

## *Re-imaginant*: aproximació a l'aplicació de la impressió digital tèxtil en tractaments de conservació-restauració de teixits



Font: Victoria & Albert Museum Photography Studio . Detall d'estora del s.XVI reintegrada amb impressió digital tèxtil. CeladaPrior\_568241\_1718\_00

**Autor/a: Caterina Celada Prior**

### **Treball Final de Màster**

*Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració*

Tutor: Iris Bautista

Curs: 2017-2018

Caterina Celada Prior. Re-imaginant: aproximació a l'aplicació de la impressió digital tèxtil en tractaments de conservació-restauració de teixits

Treball Final de Màster, Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració,  
Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, curs 2017-2018

Vull donar les gràcies a tots aquells que d'una manera o una altra han fet possible aquest treball. Tots els que han dedicat el seu temps i coneixements i m'han donat el seu suport en els moments en que els ànims defallien.

Vull agrair a la meva tutora per la seva guia i orientació, als professionals que han compartit els seus coneixements i han dedicat el seu temps a respondre a les meves preguntes, a la Iratxe González per la seva amistat i guia en tractament de la imatge i especialment als meus pares i al Simón López per la seva comprensió i suport incondicionals.

## **Resum**

El present treball presenta una recerca amb base teòrica i experimental per aproximar-se al coneixement de la impressió digital com a eina d'acoloriment de teixits, explorant les aplicacions i limitacions que ofereix amb l'objectiu d'establir la seva idoneïtat en l'aplicació en el tractament del patrimoni tèxtil.

En els tractaments de conservació i restauració dels teixits, sovint és necessari aplicar nous teixits per estabilitzar, consolidar o completar àrees perdudes. Aquestes aplicacions han de ser estructural i estèticament apropiades, assegurant la correcta integració del color amb l'objecte original. Existeixen tècniques d'acoloriment dels teixits ben arrelades a la pràctica de la conservació-restauració, basades en processos analògics de tinció, pintura i impressió però a diferència d'aquestes, la impressió digital directa, una tècnica relativament nova, permet la impressió de teixits de forma directa amb tintes amb base d'aigua, aconseguint reproduccions de qualitat fotogràfica.

S'identifiquen els diversos sistemes d'impressió disponibles i com aquests poden ser aplicats a la conservació-restauració. Fruit de l'experiència adquirida amb aquest treball, s' inclou un recull d'indicacions, per als professionals que desitgin posar en pràctica aquesta tècnica,

Es duen a terme proves de resistència a la llum ultraviolada i al rentat de dos tipus de tinta. Els resultats d'aquests tests mostren que els teixits testats serien aptes per a la seva aplicació a tractaments de conservació i restauració tèxtil, tenint en compte certes mesures de prevenció.

## **Paraules clau**

Teixit; Conservació-restauració tèxtil; reintegració visual; reintegració cromàtica; compensació de pèrdues; Impressió digital tèxtil; tintes inkjet; tintes reactives; tintes pigment.

## **Abstract**

*This research explores digital printing as a colouring textiles tool, deepen into its potential uses and limitations aiming to establish its suitability as a textile conservation treatment, based on theoretical and experimental knowledge.*

*When conserving textiles, it is often necessary to apply new fabrics to stabilize, consolidate or fill areas of loss. These additions must be both structurally and aesthetically adequate, ensuring the proper colour Integration with the original object. Exists different techniques for colouring textiles widely used in textile conservation practice. Those are based on dyeing, painting or printing analogic procedures. Digital printing, a relatively new technique, enables the direct textile printing with water based inks, producing photographic quality prints.*

*The different digital printing systems available are investigated and the potential uses in textile conservation identified. As a result of the experience gained with this study a summary of indications and suggestions for those professionals willing to put in place this technique is attached.*

*Light-fastness and wash-fastness tests were carried out in two different inks. The results of this tests show that this printed fabrics would be suitable for textile conservation treatments, although preventive measures must be acknowledged.*

## **Key words**

Textile; Textile conservation; image re-integration; visual infilling; loss compensation; textile digital printing; Inkjet Ink; reactive inks; pigment inks.





## Index

1. Introducció.....	1
2. Objectius .....	4
3. Metodologia.....	4
4. Re-imaginant: reintegració en la conservació-restauració de teixits i l'aplicació de la impressió digital tèxtil. ....	6
4.1. Tècniques de reintegració en conservació tèxtil. Situació actual. ....	6
4.2. Tractament tradicional de la reintegració de peces tèxtils.....	9
4.3. Antecedents de l'ús de la impressió digital tèxtil en tractaments de conservació i restauració tèxtil.....	17
4.4. Aportacions i aplicacions de la impressió digital tèxtil en la conservació-restauració de teixits. ....	23
5. Gota a gota: La impressió digital tèxtil.....	29
5.1. Introducció.....	29
<b>La impressió digital tèxtil. Una opció més sostenible.</b> .....	32
5.2. El color. Conceptes i gestió del color en la impressió digital. ....	33
5.3. Tipus de substrats (adequats per conservació) i les seves característiques .....	47
<b>Fibres cel·lulòsiques: el cotó i el lli</b> .....	49
<b>La seda</b> .....	51
<b>El Polièster</b> .....	53
<b>El Niló</b> .....	54
5.4. Procés d'impressió .....	55
5.4.1. Adquisició de la imatge i tractament digital.....	56
5.4.2. Pretractament .....	56
5.4.3. Impressió .....	57
5.4.4. Fixació i acabat.....	59
5.5. Les tintes d'impressió.....	60
5.5.1. Tintes amb base d'aigua. Composició i tipus.....	65
<b>Conclusions i recomanacions</b> .....	79
6. Del píxel a la fibra: Com aconseguir una impressió digital sobre teixit per la seva aplicació a tractaments de conservació i restauració.....	81
6.1. Indicacions generals.....	83
6.2. Captura de la imatge.....	85
6.3. Tractament de la imatge.....	93

Caterina Celada Prior. Re-imaginant: aproximació a l'aplicació de la impressió digital tèxtil en tractaments de conservació-restauració de teixits



6.4.	Impressió de la imatge .....	99
6.5.	Recepció de la imatge impresa .....	101
6.6.	Exemples/mostres pràctics .....	101
7.	Anàlisi de les impressions digitals.....	107
7.1.	Introducció.....	107
	<b>Selecció i preparació de les mostres</b> .....	109
	<b>Proves d'anàlisi</b> .....	115
	<b>Limitacions dels resultats</b> .....	119
	<b>Caracterització visual de les mostres</b> .....	120
7.2.	Prova de resistència a la radiació ultraviolada (UV).....	123
	<b>Introducció</b> .....	123
	<b>Objectiu</b> .....	126
	<b>Metodologia</b> .....	126
	<b>Resultats</b> .....	128
	<b>Conclusió</b> .....	136
7.3.	Prova de resistència al rentat.....	138
	<b>Introducció</b> .....	138
	<b>Objectiu</b> .....	140
	<b>Metodologia</b> .....	140
	<b>Resultats</b> .....	142
	<b>Conclusió</b> .....	149
7.4.	Prova de solubilitat dels colors.....	151
	<b>Introducció</b> .....	151
	<b>Objectiu</b> .....	153
	<b>Metodologia</b> .....	154
	<b>Resultats</b> .....	155
	<b>Conclusió</b> .....	157
7.5.	Colorimetria.....	159
	<b>Introducció</b> .....	159
	<b>Objectiu</b> .....	160
	<b>Metodologia</b> .....	160
	<b>Resultats</b> .....	163
	<b>Conclusió</b> .....	163
7.6.	<b>Mesura de pH</b> .....	163
	<b>Introducció</b> .....	163

Caterina Celada Prior. Re-imaginant: aproximació a l'aplicació de la impressió digital tèxtil en tractaments de conservació-restauració de teixits



<b>Objectiu</b> .....	165
<b>Metodologia</b> .....	166
<b>Resultats</b> .....	171
<b>Conclusió</b> .....	174
8. Conclusions generals .....	177
9. Bibliografia .....	180
10. Annex .....	183
Annex I- Numero i descripció de mostra .....	183
Annex II- Recull de mostres .....	183
Annex III- Dades i gràfiques de colorimetria i pH .....	183
Annex IV- Mostres d'impressió .....	183

## 1. Introducció

Aquesta recerca, treball final del Màster en Direcció de Projectes de Conservació i Restauració de la Universitat de Barcelona, és una investigació sobre les impressions digitals directes *inkjet* (raig de tinta) amb tintes amb base d'aigua sobre teixit produïdes amb impressores de gran format i la seva aplicació en els tractaments de conservació i restauració tèxtil. Es proposa l'aprofitament d'una tecnologia vigent amb aplicació industrial, així com l'estructura comercial de la que disposa, aplicant-la a la intervenció del patrimoni tèxtil, aconseguint una eina més eficient i sostenible.

Estabilitzar, consolidar i reintegrar han estat conceptes intrínsecament lligats a la vida dels teixits. Aquests, que de forma general presten una funció més enllà del guarniment estètic, han estat tradicionalment intervinguts per preservar la seva funcionalitat i aparença. Aquestes intervencions, reparacions en el cas popular, prenen una altra forma quan els objectes es transformen en patrimoni i són tractats per professionals de la conservació-restauració. Aquestes reparacions purament funcionals, dutes a terme des del coneixement pràctic i popular passen a ser, en mans dels professionals, conceptes com estabilitzacions, consolidacions o reintegracions (estructurals, volumètriques, cromàtiques..) que s'executen sota criteris ètics i sota el coneixement científic dels materials, la seva història i el seu propòsit. Les intervencions "populars" han pres moltes formes més o menys encertades, de la mateixa manera les professionals, ja sota criteris ètics i coneixements científics, també han evolucionat prenent diverses formes i materials.

L'afany per trobar solucions a la necessitat de completar estructuralment però al mateix temps estèticament els objectes tèxtils ha portat a multitud de propostes. Amb la professionalització de la conservació, s'han cercat, aplicant coneixements científics i criteris d'ètica professional, les millors solucions i materials per intervenir les peces; s'han investigat diverses formes per assolir aquesta fita explorant nous materials i procediments, adaptant-se i aprofitant-se

dels nous avenços tecnològics que aporten noves eines i noves solucions a vells problemes. Tot i les diverses propostes de reintegració visual, per mitjà de tincions o coloracions manuals o per mitjans d'estampació tradicionals, cap aconsegueix una qualitat de reproducció d'imatge tan acurada i amb tanta versatilitat com la impressió digital.

La impressió digital, en especial la impressió directa sobre teixit ofereix la possibilitat de generar multitud de propostes estètiques sobre els suports més apropiats per a l'aplicació en conservació-restauració de teixits, aportant una eina que permet aconseguir els resultats obtinguts fins al moment per mètodes tradicionals i ofereix un nou ventall de possibilitats inabastables fins a l'aparició d'aquesta tecnologia.

Les impressores digitals de gran format *inkjet* s'utilitzen comercialment en la producció de teixits per la indústria de la moda i de decoració d'interiors. Són capaces d'imprimir l'amplada total d'un rotlle de teixit, proporcionant dimensions considerables de roba impresa uniformement. L'accés directe a aquest tipus d'impressores per als conservadors no és encara possible degut al alt cost de les màquines i el seu manteniment, però el seu servei es pot externalitzar fàcilment a les empreses especialitzades que creixen en nombre i qualitat d'impressió dia a dia.

Les tècniques tradicionals de reintegració visual que s'apliquen en conservació de teixit, generalment es basen en l'aplicació de teixits acolorits per mitjà de laboriosos processos de tinció. La dificultat per trobar la coloració desitjada, la despesa de temps requerit i la limitació en la reproducció de dibuixos i textures o de la creació de grans suports amb àrees diferenciades de color, fan plantejar a l'autora del treball si la impressió digital sobre teixit pot convertir-se en una eina que ,permeti arribar on les tècniques tradicionals no han pogut, facilitant recursos propis de la producció digital per a una oferta més àmplia de tractament.



Es planteja la necessitat de conèixer quin és el coneixement i ús d'aquesta tècnica entre els professionals del sector. Aquest fet porta a la realització d'una enquesta a professionals de la conservació-restauració de diverses institucions museístiques especialitzades en la conservació-restauració tèxtil d'arreu del món. Aquesta, malgrat la reduïda resposta rebuda, permet apuntar la tendència general existent, caracteritzada per l'aplicació de les metodologies tradicionals, i una voluntat d'introducció de noves tècniques limitada per la manca de temps i recursos.

Així mateix, la necessitat d'esbrinar les possibilitats tècniques existents, porta a contactar amb diverses empreses especialitzades en la impressió digital tèxtil, estatals i estrangeres – Regne Unit i EEUU -, però la reduïda resposta rebuda o la explicitat de no poder facilitar informacions relacionades amb les tècniques utilitzades - com la tipologia de tinta aplicada-, denoten gran secretisme en el sector. Juntament amb la diversitat d'informació disponible sobre aquesta tecnologia, denota un sector canviant i evolucionant a gran velocitat.

Aquest treball no pretén entrar en el debat ètic que separa intervencions de conservació i restauració així com tampoc endinsar-se en discussions sobre criteris ètics d'intervenció de les peces tèxtils. Presenta una recerca amb una base teòrica i experimental per aproximar-se al coneixement de la impressió digital com a eina d'acoloriment de teixits, explorant les aplicacions i limitacions que ofereix amb l'objectiu d'establir la seva idoneïtat en l'aplicació en el tractament del patrimoni tèxtil.

## 2. Objectius

Els objectius principals d'aquest treball són:

- Determinar la idoneïtat de les impressions digitals directes sobre teixit amb tintes inkjet amb base d'aigua per al tractament del patrimoni tèxtil.
- Facilitar una eina de consulta que destaquï les consideracions essencials per a l'obtenció de resultats satisfactoris en l'obtenció de les impressions digitals tèxtils.

## 3. Metodologia

El treball realitzat consisteix en una fase teòrica i una pràctica.

En una primera fase teòrica, s'analitza l'estat actual de l'aplicació de la impressió digital tèxtil i de les prestacions tecnològiques existents per portar a terme aquesta tècnica. La primera es duu a terme per mitjà d'enquestes a les principals institucions dedicades a la preservació del patrimoni tèxtil estatals i estrangeres i la segona a través del contacte amb empreses especialitzades en el sector.

S'elabora una recerca teòrica a partir de la bibliografia existent en relació als aspectes teòrics de la tècnica i de la seva aplicació en el camp de la conservació-restauració de teixit - pràcticament en la seva totalitat en llengua anglesa i de producció anglosaxona- per tal d'analitzar les característiques fisicoquímiques i tècniques de les diferents tintes i suports existents per l'aplicació de la impressió digital tèxtil amb tintes amb base d'aigua.

En una segona part experimental, es seleccionen dues de les tintes existents en la indústria de la impressió digital tèxtil: les tintes *inkjet* reactives i pigment. Aquestes s'analitzen per mitjà de proves de resistència a la llum UV, al rentat i s'elaboren proves de solubilitat. S'utilitza la colorimetria i la mesura de pH per

avaluar-ne els resultats. Els resultats es tracten i analitzen per mitjà de fulls de càlcul Excel elaborats per a tal efecte.

Finalment, s'elabora a partir dels coneixements adquirits durant aquesta cerca, un seguit d'indicacions a mode de guia de consulta per a l'obtenció d'impressions digitals sobre teixit per a la seva aplicació a tractaments de conservació i restauració.

## 4. Re-imaginant: reintegració en la conservació-restauració de teixits i l'aplicació de la impressió digital tèxtil.

### 4.1. Tècniques de reintegració en conservació tèxtil. Situació actual.

En iniciar aquesta recerca, es vol esbrinar quin és el panorama actual en relació a l'ús de la impressió digital tèxtil en el món professional de la conservació-restauració de teixits.

Es contacta amb les institucions més importants dedicades a la conservació-restauració de teixits i indumentària, per tal de conèixer de la mà dels seus professionals, quina és la metodologia més habitual aplicada per dur a terme els processos de consolidació i reintegració de les peces tèxtils i quines limitacions pensen que els mètodes fets servir els hi comporten, així com establir quin és l'ús que se li dóna actualment a la impressió digital tèxtil en aquest camp i conèixer l'interès i disposició per la seva futura aplicació.

Es contacten un gran nombre de museus especialitzats en el sector d'arreu del món; la resposta és baixa o breu i moltes de les contestacions rebudes constaten que molts dels centres especialitzats en la conservació de teixits i/o indumentària, no disposen de tallers propis de conservació-restauració, externalitzant els seus serveis quan és necessari. De les respostes rebudes per part dels conservadors-restauradors tèxtils de les institucions que disposen d'aquest servei, s'elabora un quadre resum que reflecteix l'estat de la qüestió que aquests professionals representen. Veure pàgina 7.



MUSEU	TÈCNICA HABITUAL DE CONSOLIDACIÓ/REINTEGRACIÓ	PROBLEMES	APLICACIÓ ACTUAL DE LA IMPRESSIÓ DIGITAL TÈXIL	DISPOSICIÓ/INTERÈS EN APLICACIÓ FUTURA D'IMPRESSIÓ DIGITAL
Cristóbal Balenciaga Museoa (ESPANYA)	Tècnica tradicional de tenyit amb tint sintètic. Colors neutres	Resultats satisfactoris amb tècnica actual	NO	Disposats en un futur a provar la tècnica si es dona el cas d'una peça que ho pogués requerir.
CDMT Centre de Documentació i Museu Tèxtil (ESPANYA)	Colors neutres, sovint aconseguits amb teixits comercials acolorits de fabrica. Ocasionalment es tenyeixen teixits amb tints sintètics Colors neutres	Resultats satisfactoris amb tècnica actual Manca de temps per desenvolupar noves tècniques.	NO	-
MUSEO NACIONAL DO TAJE (PORTUGAL)	Tècnica tradicional de tenyit amb tint sintètic. Colors neutres	Resultats satisfactoris amb tècnica actual. Detecten algunes limitacions en casos determinats de dibuixos complexos.	NO	Disposats en un futur a aplicar la impressió digital tèxtil per a peces amb estampats complexos.
FIT Fashion Institute of Technology New York (EEUU)	Colors neutres, sovint aconseguits amb teixits comercials acolorits de fabrica. Colors neutres	Resultats satisfactoris amb tècnica actual Manca de temps per desenvolupar noves tècniques.	NO	Disposats a provar la tècnica en un futur. Problema de temps que requereix el procés digital.
The George Washington University Museum. The Textile Museum (EEUU)	Tècnica tradicional de tenyit amb tint sintètic. Colors neutres	Resultats satisfactoris amb tècnica actual Manca de temps per desenvolupar noves tècniques. No pensen que sigui necessari reproduir dibuixos mancants i que compensi l'esforç i temps de dedicació a la seva reproducció.	NO	En principi no; manca de temps. La reintegració estètica no compensa la inversió de temps que requereix el ús de la impressió digital
Victoria and Albert Museum (REGNE UNIT)	Tècnica tradicional de tenyit amb tint sintètic. Colors neutres Aplicació ocasional de retoc pictòric amb pintura acrílica. Aplicació ocasional d'impressió digital tèxtil.	Resultats satisfactoris amb tècnica actual	SI Aplicació ocasional en reintegració d'una estora i en reproduccions de peces amb motius didàctics	-
Museo Itxchel del traje indígena (GUATEMALA)	-	-	NO	Només fan conservació preventiva per el moment Estarien disposats a aplicar-la en un futur si es demostra que no causa danys
MUVE Fondazione Musei Civici Venezia (ITALIA)	-	-	NO	-
Musee des Tissus et Musee des Arts Décoratifs de Lion (FRANÇA)	Tècnica tradicional de tenyit amb tint sintètic. Colors neutres Aplicació ocasional de retoc pictòric amb pintura acrílica. Aplicació ocasional d'impressió amb serigrafia plana.	Les tècniques tradicionals els hi presenten limitacions en la integració visual de les intervencions quan les pèrdues són de grans dimensions. Recorren a la aplicació de varies capes, superposició amb crepelines, tinció dels teixits, serigrafia i retoc pictòric de les reintegracions amb pintura acrílica.	Han fet servir la impressió digital tèxtil per fer còpies de peces o peces mancants per completar visualment indumentària del sXVIII.	Existeix un problema de temps i infraestructura per poder aplicar noves tècniques, especialment la digital; en el cas de necessitar la seva aplicació, externalitzarien el servei.



Fruit de la resposta rebuda per part d'aquestes institucions, es pot concloure que de forma generalitzada actualment s'utilitzen les formes tradicionals d'intervenció basades en l'aplicació de suports i reintegracions elaborades a partir de la tinció dels amb tints sintètics aconseguint colors neutres adaptats a les peces. Aquestes tècniques també impliquen la superposició de varies capes amb diverses tonalitats o el retoc pictòric amb pintura acrílica per aconseguir els efectes desitjats en els casos de coloracions i dissenys més complexos. Aconseguir els colors neutres per mitjà de teixits comercialment disponibles en diversos colors, també és una de les altres pràctiques comuns.

En general sembla que els resultats de les tècniques tradicionals satisfan els professionals tot i que alguns troben certes limitacions en la integració de les seves intervencions quan es tracta de peces amb dibuixos o dissenys que prenen gran protagonisme i davant de pèrdues considerables de material. Davant d'aquestes situacions, alguns recorren a tècniques pictòriques o a impressió amb serigrafia.

L'ús de la impressió digital tèxtil, semblaria molt limitat a intervencions molt puntuals i essencialment a la reproducció de peces mancants o a la creació de facsímils amb voluntat didàctica.

Part dels professionals semblarien disposats a introduir la impressió digital com a eina per als tractaments de conservació-restauració en que treballen, però de forma generalitzada es destaca el factor manca de temps i infraestructura (personal i material) com el principal problema existent per la introducció d'aquesta tècnica.

A través de les respostes obtingudes, es pot deduir que els professionals que tenen coneixement de la tècnica de la impressió digital tèxtil, contempen de forma limitada els recursos que aquesta podria arribar a oferir, considerant-la només en aquelles ocasions en que seria necessari reproduir dibuixos o estampats.

D'altra banda, en les respostes rebudes en relació als problemes que es troben amb l'ús de les tècniques tradicionals, no s'esmenta cap observació a l'impacte que aquestes poden generar sobre la salut de les persones i el medi ambient.

Les conclusions obtingudes gracies a la representació simbòlica de la professió, permeten establir que la impressió digital tèxtil, tot i tenir una presència en la indústria de la impressió tèxtil des de fa gairebé vint anys, encara és un camp suficientment inexplorat en la seva aplicació a la conservació i restauració tèxtil, requerint de recerca i desenvolupament dels recursos que pot oferir.

El desenvolupament continu de la tecnologia digital i consegüentment de la impressió digital, salvarà amb el temps les petites dificultats que el procés pot presentar en la actualitat, esdevenint un recurs assequible (tècnica i econòmicament) i qualitativament perfeccionat, creixent les oportunitats d'aplicació en el camp de la conservació-restauració tèxtil.

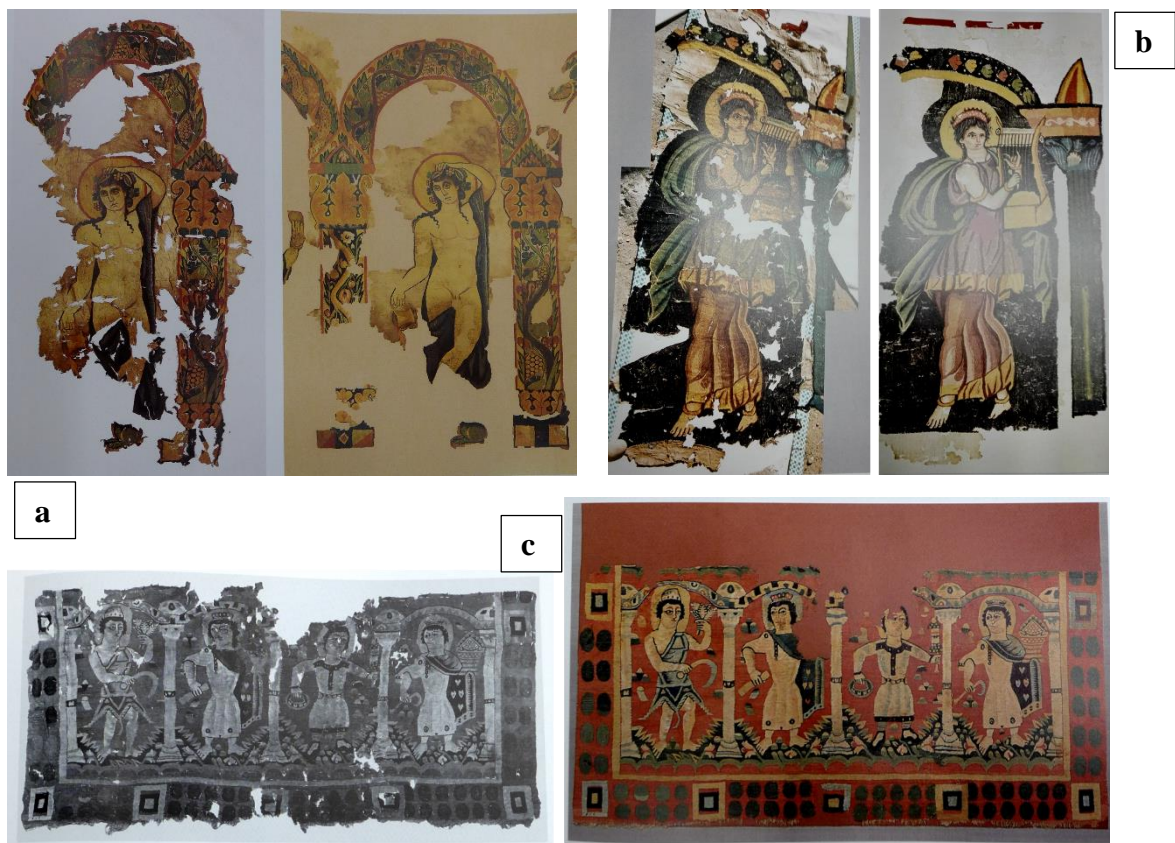
#### 4.2. Tractament tradicional de la reintegració de peces tèxtils

L'àmbit de la conservació tèxtil és tan ampli com la varietat de tipologia d'objectes i materials amb que tracta.

Cada tipus d'objecte, segons la seva natura, constitució i estat de conservació, requereix de diversos tractaments, molts d'ells necessitant de la incorporació de teixits que respectin i satisfacin les necessitats estètiques de l'objecte. Aquests tractaments s'estenen des d'accions de conservació preventiva a través de la creació dels sistemes expositius més adequats fins a la intervenció "curativa" (*remedial conservation*) sobre les peces.

Els conceptes d'estabilització, reintegració i consolidació s'interconnectaran en objectes els quals la seva estructura representa a la vegada la seva aparença estètica, sent les fronteres entre ells complexes i indefinides en molts casos. Els conceptes d'estabilització i consolidació podrien fer referència a idees

estructurals, mentre que la reintegració (“ tornar a integrar”) podria suggerir un concepte més estètic. En relació a aquest últim, la idea de reintegració visual, podria aproximar-se més als requeriments dels objectes tèxtils, deixant de banda la separació establerta en altres especialitats entre la reintegració volumètrica i cromàtica. En els objectes tèxtils, generalment trobem que el color, part essencial de la seva identitat estètica, es troba impregnat en el suport, per tant establir diferències o estrats sovint es fa pràcticament impossible.



*Imatge 1 Exemples d'intervencions de conservació-restauració de fragments de teixit amb grans pèrdues i afectació de les seves decoracions. Les imatges mostren l'estat previ i posterior a les intervencions. Les peces a i c mostren una intervenció amb un suport amb un únic color neutre; la peça b mostra una intervenció amb un suport general neutre i reintegracions puntuals de color en les àrees on les pèrdues causaven més distorsió en l'apreciació el dibuix. Totes les intervencions foren fetes amb aplicació de teixits tenyits per immersió. Font: (Flury Lemberg, 1988) CeladaPrior\_568241\_1718\_01*

De les àrees de treball de la conservació tèxtil que comporten l'aplicació de teixits que requeriran de consideracions estètiques en la seva tria i aplicació -totes elles d'interès per aquest treball en termes de la possible aplicació de la tècnica de coloració que proposa aquesta recerca- cal destacar un dels més importants en

termes d'intervenció directe sobre els artefactes tèxtils, l'estabilització o consolidació.

Els teixits, depenent del seu estat de conservació poden requerir estabilitzacions o consolidacions parcials o totals. L'estabilització d'un objecte tèxtil es pot dur a terme per diversos mitjans i a través de la utilització de multitud de materials naturals i sintètics en funció de les característiques i necessitats de cada objecte. No és el centre d'aquest treball llistar tots els mètodes d'estabilització existents, sinó posar l'atenció en l'acabat cromàtic que requereixen i les implicacions d'aquest procés.



*Imatge 2 Túnica egípcia conservada al Victoria and Albert Museum de Londres. Imatges abans i després de la seva intervenció. A l'esquerra, es pot apreciar les nombroses pèrdues que patia la peça, a la dreta la peça intervinguda amb l'aplicació d'un teixit de suport tenyit per immersió, reproduint el color de la peça original, així fusionant-se amb el conjunt. Es pot apreciar com les àrees brodades on el dibuix és més ric, s'han completat també amb el mateix fons vermell.. Font: Victoria and Albert Museum Photography Studio. CeladaPrior\_568241\_1718\_02*

Les consolidacions parcials seran el tractament d'àrees localitzades de debilitació o pèrdua de material; aquestes poden ser úniques o múltiples, en peces que mantenen una bona resistència estructural general; quan l'estructura general es vegi compromesa per la debilitat de les fibres o per la presència de nombroses pèrdues de material localitzades, s'aplicaran consolidacions totals. Consolidacions parcials i totals, sovint poden anar combinades. Amb el us de les tècniques tradicionals de reintegració basades principalment en l'aplicació de



teixits adherits a la peça per costura o adhesiu, tenyits prèviament per adequar-los a la coloració de la zona a tractar, sovint es pot requerir l'aplicació de reintegracions o consolidacions puntuals que s'adaptin a les diverses coloracions d'una peça i a continuació l'aplicació d'un suport total per a consolidació de tota l'estructura.

La tinció del suport, no només és pròpia de les consolidacions o reintegracions de les peces tèxtils, sinó que serà el sistema generalitzat utilitzat per els conservadors-restauradors per aconseguir l'aspecte desitjat en teixits per a muntatges expositius en contacte amb les peces, per exemple maniquins o suports rígids per exposició de teixits plans. En tots ells, des de la intervenció directa de la peça a la preparació dels suports per a la seva exhibició, la qualitat estètica i les característiques adequades dels materials per la seva aplicació en contacte amb els objectes patrimonials, seran essencials. Aquest fet farà que s'utilitzin per a la coloració dels suports tècniques testades i avaluades com a idònies per el contacte amb els objectes tèxtils.

La tècnica més comú d'acoloriment dels teixits per a totes les seves aplicacions esmentades és la tinció per el mètode d'immersió/saturació, en la literatura anglesa conegut com a *exhaustion*. Per dur a terme aquest laboriós procés que requereix de coneixements, habilitats i temps, s'utilitzen de forma general tints sintètics comercials. Els tints sintètics, són preferits respecte als naturals per que comporten una sèrie d'avantatges; més fàcils en els seu ús, permeten una major facilitat de reproductibilitat dels colors, presenten formulacions estables – els tints naturals poden patir variacions d'una partida a una altra depenent del seu origen- i s'han comprovat com a més resistents a la llum i al rentat.

Els tints comercials més usats, testats i considerats com adequats per al seu ús en aquest àmbit són els de la marca Ciba® i Hunstmann® (Novacron®, Lanaset® i Solophenil®) que abasten diferents tipologies de tint depenent del tipus de fibra a tenyir. Aquests compleixen els requeriments que es demanen dels tints per aplicació en tractaments de conservació-restauració (University of Glasgow. MPhil Textile Conservation, 2015):



- Alta resistència a la llum es molt desitjable, de manera que el color aconseguit durant el treball de conservació romangui estable durant un llarg període de temps.
- Resistència al rentat és desitjable però els requeriments són menys exigents que aquells per teixits d'ús general.
- El procés de tenyit no ha de deixar un excés de químic en les fibres que podria provocar futures danys en l'objecte.
- Un alt grau de reproductibilitat és necessari, ja que facilitarà el treball i el consum de temps.
- És important que tots aquests requeriments es puguin aconseguir per mitjà d'un equipament que sigui a la vegada relativament barat i fàcil d'usar.
- El tipus de tint anirà en relació al tipus de fibra que es desitgi tenyir.



*Imatge 3 Conjunt d'imatges que il·lustren el procés de tinció per immersió en un procés de intervenció d'una peça al Victoria and Albert Museum.. A dalt a l'esquerra trobem els tints base preparats per elaborar les mescles així com els additius necessaris per a la tinció i a sota el procés de tinció en un cicle amb altes temperatures. A dalt a la dreta, s'il·lustra el procés de mesura de les quantitats de tint base per elaborar la mescla final. A la part inferior, seqüència de reintegració de pèrdua en el folre de llana d'un barret amb el teixit tenyit del mateix color que el folre. Font: Caterina Celada. CeladaPrior\_568241\_1718\_03*

El procés de tinció resulta molt laboriós i consumidor de gran quantitat de temps per arribar als resultats desitjats. En el procés de tintura normalment es realitza un seguit de mostres de tenyit prenent com a base la fórmula feta servir en mostres anteriors; un cop elaborades les mostres, es selecciona la més satisfactòria en intensitat i coloració i es reproduïx el procés per aconseguir la tinció de la peça de dimensions necessàries per a la intervenció. Els cicles de tenyit són llargs i la obtenció dels resultats desitjats no sempre és fàcil, requerint sovint de diverses proves i tincions per aconseguir el color, la tonalitat i la uniformitat necessàries en tot el teixit.

La tinció del teixit, encara que és la tècnica més usada, no és la única que s'aplica. Aquesta presenta certes limitacions, essencialment en la escassetat de propostes estètiques que pot solucionar; quan un teixit presenta molta varietat de color, un estampat o dibuix que cobra molta importància en el seu valor i conjunt, l'elecció d'una tinta llisa pot no ser l'elecció més adequada, ja que empobreix l'aparença estètica de la intervenció.



*Imatge 4 Detall d'intervenció antiga (es desconeix data de la intervenció) en que s'aplicà un pegat de teixit pintat a mode de reintegració del tapís " Absalom reconfortant Thamar" de principis dels sXVII, propietat del Monestir de Montserrat. S'està restaurant al CDMT. Font: CDMT. CeladaPrior\_568241\_1718\_04*

Davant de peces que requereixen solucions estètiques més complexes, sigui per la proposta museística, del propietari de la obra, del valor estètic de la peça o l'impacte visual i disruptiu de la pèrdua de material, s'han buscat diverses alternatives al llarg dels anys. Aquestes propostes han investigat en l'aplicació de materials que comunament no s'aplicaven, proporcionant recursos valuosos per a intervencions en peces complexes.

Per exemple, Pippa Cruickshanks, Anna Harrison i Jan Vuori (From Excavation to Display: the Conservation of Archaeological Textiles from an AD First-Third Century Cemetery Site in Jordan, 2002) van publicar sobre l'ús de tints àcids espessits amb alginat de sodi per a la seva aplicació directa sobre tul de seda i de niló. Aquesta tècnica va resultar efectiva per produir dibuixos tenyits sobre teixits transparents, però es requeria de la fixació dels tints per vaporització i aquest procés limitava l'escala de la producció.

Varis retoladors comercials, pintures acríliques i pigments, van ser avaluats per Kaldeny (Evaluating the Stability of Comercial Available Artist's Coluring materials used to create Compensation infills for losses in textiles, 1999), que en realitzar diversos tests en aquestes tintes aplicades sobre seda i cotó, va establir-ne algunes com a apropiades per a la seva aplicació a teixits, encara que els autors suggereixen que es requeriria la realització de futurs tests de resistència que van quedar limitats en l'estudi.

En la mateixa línia, Susan Schmalz (When patching is Impractical: Non-traditional Compensation for Loss in a Quilt, 1999) explica l'ús de pintures acríliques aplicades sobre crepelina de seda per produir capes de superposició per tractar les vores degradades d'un cobrellit. Aquest mesurava aproximadament 3m<sup>2</sup> i es va requerir un període de quatre setmanes per pintar a mà el teixit de recobriment.

Les especialistes en conservació de tapissos Frances Lennard i Maria Hayward, descriuen tècniques tradicionals i innovadores de reintegració de la imatge en la

conservació de tapissos en el seu llibre *Tapestry Conservation: Principles and Practice* (2005). Les tècniques tradicionals inclouen el reteixit i el cosit de l'ordit que resulten mol efectius per completar les àrees perdudes dels tapissos, però també requereixen gran consum de temps. En la cerca de mètodes més eficients en termes de temps, descriuen un mètode que aplica pigments d'impressió de serigrafia.

Les noves propostes que apareixen han de mantenir els criteris d'estabilitat i reversibilitat que es demanen a les tècniques tradicionals testades, per tant sovint la seva implementació pot ser lenta.

Totes aquestes tècniques exploren diverses possibilitats que ofereixen altres disciplines, algunes més manuals, depenent completament de l'habilitat del conservador-restaurador com la pintura, i d'altres aprofitant recursos més mecanitzats com la impressió amb serigrafia. Tots ells, parteixen de recursos analògics, que comporten certes limitacions: l'excés de treball en la repetició de proves, canvis i ajustos; elevada inversió de temps i limitació en els efectes gràfics i estètics que permeten aconseguir.

Amb l'evolució de les tecnologies i particularment dels equips informàtics i annexes relacionats, els últims deu anys s'han començat a aplicar noves propostes en els tractaments, que exploren les noves possibilitats ofertes per els nous avenços tècnics. L'aplicació de mitjans digitals en la creació d'elements destinats a la reintegració visual dels objectes tèxtils ha proporcionat eines amb prestacions fins al moment inabastables.

L'aparició de la impressió digital sobre teixit ha suposat un recurs que proporciona un ampli ventall de possibilitats als conservadors-restauradors per tal d'aconseguir acabats estètics sobre els teixits altrament impracticables.

Les noves propostes que apareixen han de mantenir els criteris d'estabilitat i reversibilitat que es demanen a les tècniques tradicionals testades així com

obtenir l'acceptació per part de la comunitat de professionals; les propostes relacionades amb l'ús de noves tecnologies poden veure limitada la seva aplicació per reticències i limitacions dels professionals per a la seva aplicació, alentint la seva implementació; aquest és el cas de la impressió digital tèxtil.

#### 4.3. Antecedents de l'ús de la impressió digital tèxtil en tractaments de conservació i restauració tèxtil

Els treballs publicats al voltant de l'aplicació de la impressió digital tèxtil en tractaments de conservació i restauració és limitada i el seu accés en molts casos dificultós. La literatura publicada al voltant d'aquest tema ha estat generada essencialment per autors anglosaxons, formant part en gran mesura d'actes de conferències, amb accés limitat.

Les publicacions que desenvolupen aquest tema, abasten la impressió digital sobre teixits en la seva totalitat, fent referència als mètodes d'impressió directe com la impressió *inkjet* amb tintes amb base d'aigua - en que es centra aquest treball - i als mètodes d'impressió indirecte o per transferència, com la impressió amb tintes disperses que requereixen en alguns casos la impressió sobre un paper i la seva posterior transferència per calor i sublimació de les tintes al suport tèxtil.

Alice Cole, en el seu treball (Digital printing for textile conservation, 2007, pág. 5), fa referència a un dels primers treballs referenciats en que s'especifica la utilització de la impressió digital, publicat l'any 2000 per Karin van der Wateren "KarwatTi. A new method for digital conservation of textiles"<sup>1</sup> on utilitza ja una impressió digital realitzada amb una impressora de sobretaula per reintegrar llacunes en un tapís del segle XVII al Rijksmuseum d'Amsterdam. En aquest treball l'autora descriu el treball digital com:

*" (...) ràpid, exacte, reversible i menys treballós que qualsevol altra tècnica tradicional".*

---

<sup>1</sup> Publicat a: Restauro nº, 4, 2000:57-8



El mètode que descriu utilitza fulls de transferència amb una capa de preparació siliconada que en transferir-se al teixit forma una fina capa plàstica brillant que pot alterar les propietats de textura i aparença dels teixits.

L'any 2002, a *"Digitally printed textiles: their potential use in Costume Collections and Living-History Museums"* (Myers Breeze, 2002), Canille Myers fa una revisió sobre les característiques de les impressions digitals tèxtils i la seva adequació en l'aplicació a la conservació-restauració de teixits i estableix recomanacions pràctiques. Aquesta realitza tests de resistència al rentat sobre els tints de les impressions digitals, encara que les especificacions concretes dels experiments no són explicades; malgrat la manca d'informació sobre els procediments i tipus de tintes testades, l'autora constata que aquest tipus d'impressió seria adequada per la seva aplicació a tractaments de conservació i restauració.

La publicació d'aquests primers treballs, mostra un desenvolupament destacat de la indústria de la impressió digital tèxtil en els Estats Units així com que en l'àmbit de la conservació-restauració de teixits dels països anglosaxons i especialment els Estats Units, la investigació i l'aplicació de nous materials i tècniques semblaria més habitual que en els països llatins.

Alice Cole (Cole, 2007) i posteriorment el 2008, Frances Lennard , Thórdís Baldursdóttir & Vicky Loosemore (Using digital and hand printing techniques to compensate for loss: Re-establishing colour and texture in historic textiles, 2008) fan referència - en la seva revisió dels treballs de tesi de Màster del Textile Conservation Centre, University of Southampton (TCC) de Thórdís Baldursdóttir & Vicky Loosemore sobre reintegracions d'objectes tèxtils -, al treball de Baldursdóttir que descriu un procediment dut a terme el 2003, similar al de Karin van der Wateren, En aquest cas es fa servir l'aplicació d'impressions amb tintes disperses sobre fulls de transferència en impressores de sobretaula A3, per reintegrar llacunes en uns guants de punt. Aquest tractament demostra el potencial dels teixits impresos digitalment per al seu ús en tractaments no intervencionista (terme entès en el context que ens ocupa) sobre les peces, com

pot ser el recobriment d'expositors. La tècnica es va emprar per reintegrar visualment les àrees de pèrdua en els guants sense haver de comprometre la seva delicada estructura.

El 2004, impressions digitals tèxtils s'utilitzen en dos projectes de conservació duts a terme al Metropolitan Museum of Art de Nova York (EEUU). El primer projecte fou un vestit francès del s.XVIII; La manca d'una de les seves parts de la faldilla (*petticoat*) dificultaven la seva llegibilitat i la seva exhibició. Es va realitzar una reproducció de la part faltant per mitjà de roba brocada de seda impresa per mitjans digitals. Els autors ressaltaven que obtenir una imatge digital amb qualitats acceptables va ser problemàtic i es van haver de realitzar alguns retocs puntuals de color amb pintura acrílica. El segon projecte, va implicar la reproducció d'un teixit de tapisseria per poder reemplaçar el teixit que entapissava la cadira Drouant de Ruhlmann, adquirida el 1925 i objecte part de l'exposició "Ruhlmann: Genius of Art Deco". El teixit original de seda damascada, s'havia deteriorat considerablement.

Es fa referència a aquestes dos treballs de 2004 en l'article "*Wide format digital inkjet printing for Textile Conservation*" (Britton, Paulocik, & Vuori, 2006, pág. 75) fruit de la presentació d'una ponència que es troba en les actes del *American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works*, realitzat a Providence (EEUU) el 2006. Les autores fan una revisió dels principals mètodes d'impressió digital sobre teixit i les consideracions relatives a la seva aplicació en conservació – consideracions que exposa el present treball -, com limitacions i factors a tenir en compte en la seva aplicació, basant-se en referències teòriques però sense presentar una experimentació per avaluar les característiques fisicoquímiques d'aquest tipus d'impressió. La intenció d'aquesta investigació era formar part del recull de procediments tècnics del *AIC Textile Specialty Group's Textile Conservation Catalog* per a consulta de tots els professionals; actualment, en l'any 2018 encara no ha estat publicat aquest capítol del catàleg.

L'any 2007, Alice Cole presenta la seva tesi de Màster del *Textile Conservation Centre, University of Southampton (TCC)* (Digital printing for textile conservation,

2007). Aquest serà el primer treball després de 2002 on l'autora a més de realitzar un recull de les tècniques d'impressió digital tèxtil i les consideracions al voltant de la seva pràctica, elaborarà una part experimental on sotmetrà les mostres de teixit imprès a proves de resistència de rentat, al test d'Oddy per la detecció d'emissió de VOCs i analitzarà el seu pH. L'autora conclou que aquest tipus d'impressions presenten característiques que les fan adequades per la seva aplicació a peces patrimonials.

L'any següent, el 2008, en que Lennard, Baldursdóttir, & Loosemore presenten el seu article (Using digital and hand printing techniques to compensate for loss: Re-establishing colour and texture in historic textiles), Vuori i Britton, presenten una investigació preliminar sobre la impressió de teixits transparents amb impressió digital per la seva aplicació a conservació en relació a la 15<sup>a</sup> Conferència Triennial de ICOM CC a Nova Deli, Índia, (A preliminary investigation of digital inkjet printing on sheer fabrics for textile conservation, 2008). Les actes preliminars on es troba la publicació, no són accessibles, però la referència trobada indica la continuació de la recerca en aquest àmbit.

- Vuori, J., and N. Britton. 2008. A preliminary investigation of digital inkjet printing on sheer fabrics for textile conservation. In *ICOM-CC 15th Triennial Conference Preprints, New Delhi, India, 22–26 September 2008*, ed. J. Bridgland, 1002–1011. London: James & James.

Posteriorment a la realització del treball de Cole (Cole, 2007) - que realitzà una estada de pràctiques al Victoria & Albert Museum de Londres- , l'any 2009 es troba l'aplicació de la impressió digital tèxtil en la reintegració d'una estora pertanyent a la col·lecció tèxtil del V&A Museum. En aquesta peça , una gran àrea de la d'aproximadament 18 x 23 cm d'una de les cantonades que es trobava desapareguda, es va intervenir eliminant una antiga intervenció en que s'havia aplicat una capa de guix texturitzat i acolorit a mode de reintegració. L'antiga reintegració distorsionava la visualització de la peça així com suposava un problema de conservació de la mateixa; trobar un nou mètode d'intervenció que pogués adaptar-se a la varietat de coloracions que presentava l'àrea perduda resultava un repte. L'aplicació de teixits amb una coloració llisa a mode de

reintegració no resultava en una aparença satisfactòria i es va trobar en la impressió digital sobre teixit la solució més adient. En aquest cas es va aplicar el pegat amb una reproducció fotogràfica d'una altra de les cantonades de la peça, ja que la composició del disseny era simètrica i es va reduir la saturació dels colors a petició del conservador de la col·lecció, per tal de diferenciar fàcilment la nova intervenció. Posteriorment a aquest tractament, la tècnica de la impressió s'ha utilitzat en el museu per elaborar rèpliques de peces per exposició o per a ús didàctic.

El mateix any 2009, amb motiu de la conferència anual de ICON Textiles Group Spring Forum a Londres, titulada *'Mind the Gap! Structural and aesthetic options for the treatment of loss in textile'*, es presenten diverses ponències que tracten l'aplicació de la impressió digital i la seva aplicació a tractaments de conservació-restauració de teixits. Bathke 2009 i Cole 2009 presenten treballs que parteixen de tesis no publicades del màster del *Textile Conservation Centre, University of Southampton (TCC)*; Aquesta bibliografia ha estat inaccessible. Es referencia a continuació com a referència de les publicacions relacionades amb el tema que centra aquest treball:

- Bathke, L.E. 2009. From pointillism to pixels: understanding the transformation of printed infills for use in textile conservation. In *'Mind the Gap! Structural and aesthetic options for the treatment of loss in textile' Postprints, ICON Textiles Group Spring Forum, London, 27 April 2009*, ed. A. Fairhurst, 93. London: ICON.
- Cole, A. 2009. Producing digitally printed treatment fabrics: two options for cellulose fabrics. In *'Mind the Gap! Structural and aesthetic options for the treatment of loss in TEXTILES textile' Postprints, ICON Textiles Group Spring Forum, London, 27 April 2009*, ed. A. Fairhurst, 41–48. London: ICON.
- Grunchy, M. 2009. From Silk to Crepeline – the use of digital media printed with UV cured inks on silk crepeline for overlays in textile conservation. In *'Mind the Gap! Structural and aesthetic options for the treatment of loss in textile' Postprints, ICON Textiles Group Spring Forum, London, 27 April 2009*, ed. A. Fairhurst, 58–65. London: ICON.

Tres anys més tard, el 2011, Mika Takami i Branwen Roberts presenten un article titulat “ *Dress to impress: reinstating the patterned velvet of large scale*

*bedhangings with digitally printed nylon net*" com a part de les actes de la conferència triennial de ICCOM CC duta a terme a Lisboa el 2011 (Takami & Roberts, 2011). En aquest article s'explica una nova aproximació, ja suggerida el 2008 per Vuori i Britton (A preliminary investigation of digital inkjet printing on sheer fabrics for textile conservation, 2008) en la que s'aplica la impressió digital tèxtil sobre tul de niló, que posteriorment s'usa com a capa de superposició per a l'estabilització d'un teixit de vellut que forma part d'uns cortinatges del segle XVIII. A través del tractament dels cortinatges pertanyents al llit de la reina Anna que es troba en el Hampton Court Palace de Londres, els autors exploren com a millor proposta de conservació per al vellut altament deteriorat amb molta part dels seus dibuixos perduts, l'aplicació d'un encapsulat del teixit amb un teixit de tul de niló, que permet l'estabilització de l'estructura de la peça, permetent la seva visualització a través de la transparència del tul. L'aplicació d'un tul amb una única tonalitat uniforme, no permetia preservar la correcta aparença i visualització del disseny de la peça, i per tant, els autors troben la solució amb la impressió d'una reconstrucció digital del dibuix del teixit sobre el tul; d'aquesta manera al aplicar-lo, cada zona del dibuix es fon amb la coloració del nou teixit, pràcticament desapareixent a la vista quan s'observa el conjunt.

Finalment, la publicació més recent que s'ha trobat al respecte data de 2012. Miram Murphy (The creation, implementation and safety of digitally printed fabrics, 2012) realitza una revisió sobre les característiques i consideracions respecte a la impressió digital sobre teixits; la informació que aporta resulta molt semblant a la de Britton, Paulocik, & Vuori (Wide format digital inkjet printing for Textile Conservation, 2006); cita els tipus d'impressió, substrats, proveïdors, formes de captura de la imatge, però no entra a valorar ni testar l'estabilitat de les tintes i/o els suports.

No s'ha pogut valorar el tipus d'informació que aporten les publicacions que han resultat inaccessibles, però aparentment, des de 2007 amb el treball de Cole (Digital printing for textile conservation), no s'han pogut trobar altres publicacions que aportin informació a nivell experimental sobre les característiques

fisicoquímiques d'aquest tipus d'impressió i la seva adequació per l'aplicació al camp de la conservació i restauració tèxtil.

El present treball pretén endinsar-se en aquest aspecte i analitzar mostres d'impressions digitals directes amb tintes reactives i tintes pigment *inkjet* sobre teixit de cotó, i establir així les consideracions necessàries entorn a la seva aplicació en els tractaments de patrimoni tèxtil.

#### 4.4. Aportacions i aplicacions de la impressió digital tèxtil en la conservació-restauració de teixits.

Els usos fets fins ara de la impressió digital tèxtil han estat orientats a la reproducció d'estampats o imatges complexes altrament impossibles de reproduir per mitjans analògics, ja siguin manuals o mecànics. En aquest treball es proposa un ús d'aquesta tècnica molt més extens.

La impressió digital es un dels varis mètodes que com s'ha mostrat els professionals de la conservació poden utilitzar per produir teixits acolorits, però aquesta és la única tècnica que permet una reproducció amb qualitat fotogràfica en les impressions, sobre grans àrees de teixit de forma fàcil.

Les possibilitats gràfiques de creació i tractament d'imatge que proporciona, no tant sols es limiten a reproduir imatges fotogràfiques semblants a la realitat, el recurs més empleat fins al moment, sinó també abasta tots aquells recursos gràfics anteriorment aconseguits per mitjans analògics com les tintes planes aconseguides per tinció, dibuixos esquemàtics o simplificats aconseguits amb pintura o serigrafia, però també explorar nous recursos gràfics propis i intransferibles del llenguatge de tractament d'imatge digital, com l'augment de transparència, modificació de tonalitats, grisalles o simplificació de traços. Inclús es podria fer una analogia amb l'especialitat de conservació-restauració de pintura, reproduint els recursos gràfics de reintegració de llacunes com el *Tratteggio*, *Rigattino*, *Puntinato*. A través de l'ús de programes informàtics CAD (*Computer Assisted Design*) , el nivell al que la imatge es simplifica o es

perfecciona abans de la seva impressió dependrà de la intenció d'ús de la mateixa. Els conservadors-restauradors decidiran el nivell apropiat de detall en funció dels requeriments de la peça.

Alguns dels actuals i potencials usos dels teixits impresos digitalment en l'àmbit de la conservació-restauració tèxtil es discuteixen en aquest apartat per tal d'il·lustrar les possibilitats que la tècnica ofereix.

El tipus de tractaments en el context de conservació-restauració en els quals aquesta tècnica podria ser aplicada es poden dividir en dos grups:

- Intervencionistes: aquells que causen un canvi en el objecte, comportant normalment l'addició d'un teixit de suport com un pegat, un suport total o una capa de recobriment, adherida amb adhesiu o cosit.
- No intervencionistes: aquells que no intervenen causant canvis en el objecte.

#### Tractaments intervencionistes

La funció primordial de l'aplicació d'un teixit en un objecte es proporcionar suport i estabilitat. Aquest tipus de tractaments aporten estabilitat estructural permetent l'exhibició i manipulació segura dels objectes.

Aquest tipus d'intervencions no son sempre visibles, però si quan existeixen àrees amb pèrdua de material. En aquests casos, el teixit de suport esdevé una reintegració de l'àrea perduda, completant l'objecte estructuralment i visualment a la vegada. Aquest efecte es pot aconseguir seleccionant un teixit d'un to neutral que es fusioni visualment amb l'objecte – aconseguit per tinció- , però quan les pèrdues es troben en zones amb complexos dissenys, una reintegració amb un color llis pot ser tant poc harmoniosa com la pròpia pèrdua; en aquests casos, es requereix l'aplicació de teixits amb diversos colors.





*Imatge 5 Estora del sXVI conservada al Victoria and Albert Museum. Fotografies després de la intervenció. Se li van eliminar reintegracions antigues fetes amb teixit i guix pintat i es van aplicar reintegracions elaborades a partir d'impressió digital tèxtil sobre teixit. En aquest cas es va rebaixar la saturació dels colors per marcar la diferència amb l'original. Font: Victoria and Albert Museum Photography Studio. CeladaPrior\_568241\_1718\_05*

En el cas de l'aplicació de teixits de suport, la impressió digital directa *inkjet* de gran format, permet la impressió de grans substrats/suports, els quals es poden tractar gràficament: com un tot o per sectors. Aquest fet permet l'aplicació localitzada de coloracions o imatges diverses en diferents àrees del suport, simplificant la intervenció de consolidació i reintegració de les peces, eliminant els suports parcials i usant un únic suport, seguint el principi de mínima intervenció i reduint les possibilitats de crear tensions i distorsions en la peça.

El mètode de consolidació d'aplicació de pegats o un capa de suport serà necessari per distingir la nova intervenció de l'objecte original. En els casos en que s'utilitzi impressió amb reproducció fotogràfica i es cregui que la diferenciació amb la peça original pot conduir a errors en la percepció, confonent les intervencions amb antigues reparacions, es poden prendre mesures per tal que el nou teixit imprès afegit a la peça es distingeixi clarament (Cole, 2007, pág. 12). Per exemple, les imatges fotogràfiques es poden tractar per ser impreses amb una reducció de la seva saturació de color; aquest tipus d'impressió completaria visualment el conjunt de la peça a una certa distància però seria clarament identificable a curta distància. Aquest tipus d'efecte es podria comparar amb l'ús

de tècniques aplicades a altres especialitats com el *tratteggio* en pintura; a una certa distància l'ull copsa la imatge com a completa però en una inspecció més propera de la peça es poden les fines línies que componen els colors de les àrees intervingudes.

En el cas de les consolidacions per capes de superposició o en els suports aplicats amb adhesiu, generalment s'apliquen teixits de gramatge molt baix i transparents, com el Tetex® (Stabiltext®) de polièster o el tul de conservació de niló (Cole, 2007, pág. 12). L'estructura de lligament molt oberta d'aquest tipus de teixit els fan gairebé transparents quan presenten un color molt semblant al de la obra sobre la que s'aplicaran. El valor d'aquest tipus de teixit, així com el dels suports totals es que es pugui aplicar en una sola capa de teixit, no a base de pegats o interromput per costures. En aquest cas particular, sent una capa de superposició aplicada sovint per l'anvers, aquest fet cobra especial importància. Amb el tractament de tinció per immersió tradicional, els teixits estan limitats a un sol color neutral que sobre objectes amb àrees diferenciades de color pot resultar distorsionador de la imatge. Amb la impressió digital del Tetex® o el tul de niló, permet la creació de capes de consolidació per superposició que simpatitzin visualment amb la obra. El detall de la impressió es pot perdre sobre aquest tipus de teixit, però l'objectiu principal en aquests casos és obtenir una massa de color que es fusioni amb l'original, adaptant-se a les diverses àrees de color.

#### Tractaments no intervencionistes

Els tractaments de conservació-restauració no intervencionistes sobre les obres on les impressions digitals poden ser aplicades, engloben la cobertura de maniquins o expositors i la fabricació de facsímils. Aquest tipus de tractaments no alteren físicament l'estructura dels objectes i poden estar o no en contacte directe amb l'objecte.

L'aplicació d'impressions digitals sobre els sistemes expositius per a les peces poden permetre completar visualment l'objecte sense haver d'alterar físicament

l'objecte en si mateix. Visualment la impressió adherida al suport completa les pèrdues de la peça, però la seva diferenciació és clara i la intervenció sobre peces delicades no es necessària.

Altres intervencions més intervencionistes en aquest grup, són la reproducció de peces mancants en un objecte. En el tractament d'indumentària, la manca d'una part d'un vestit pot alterar la percepció i comprensió del conjunt; reconstruir parts perdudes per completar l'estructura, diferenciant-les de les originals i documentant aquest procés, pot resultar una eina valuosa.



*Imatge 6 Imatge de l'esquerra, il·lustra la túnica egípcia vista en pàgines anteriors; aquí es mostra la posició en que s'exposa degut a la seva fragilitat i a la dreta es mostra la rèplica que es va elaborar amb impressió digital tèxtil, per tal de mostrar com hauria lluit en realitat i entendre la seva forma. Font: Victoria and Albert Photography Studio. I Elizabeth Anne Haldanne. CeladaPrior\_568241\_1718\_06*

Finalment, la creació de facsímils d'objectes resulta un recurs de conservació preventiva amb moltes possibilitats:

- Permetre l'exposició de reproduccions d'objectes massa fràgils per a la seva exhibició, permetent mostrar una aparença aproximada de l'objecte original, podent preservar aquest a les reserves. També permet reemplaçar l'objecte en la vitrina si aquest ha hagut de marxar en préstec o es troba temporalment en una altra ubicació.
- L'altra funció principal dels facsímils és la didàctica. Peces molt delicades, generalment d'indumentària, sovint no permeten la seva exhibició mostrant com s'haurien portat originalment, havent d'exposar-les en estructures que no permeten entendre quina era la seva aparença real;



en aquests casos, una reproducció de la peça, permet mostrar-la conjuntament en un maniquí que pugui representar un aspecte més real i entenedor.

Així mateix, reproduccions de peces tèxtils i d'indumentària s'utilitzen en reproduccions d'espais històrics o com a eines didàctiques que permeten el contacte del públic.

## 5. Gota a gota: La impressió digital tèxtil

### 5.1. Introducció

La impressió digital és un procés que consisteix en la impressió directa d'un arxiu digital a un suport, per mitjà de diversos mitjans, principalment la injecció de tinta d'impressora, l'ús de tòners o les impressores làser. La impressió digital *inkjet* sobre teixit, que ocupa aquest treball, utilitza els mitjans de producció digitals i aplica sobre un suport tèxtil la tinta a raig o per ejecció.

La impressió digital de teixits es basa en el desenvolupament de la tecnologia *inkjet*, que és el procés per el que un disseny elaborat digitalment es crea mitjançant la projecció de diminutes gotes de tinta de diversos colors en agrupacions predeterminades sobre la superfície del substrat (teixit) (Thonggoom, 2012, pág. 240) (Freire, 2006, pág. 30). Cadascuna d'aquestes agrupacions ve determinada per un element de la imatge, el píxel. Imprimir color digitalment es tradueix en la impressió de la informació continguda en els píxels.

La tecnologia *inkjet* o ejecció de tinta, permet l'administració de tinta líquida a un mitjà on només la gota de tinta tocarà el substrat; per tant es considerarà com un mètode d'impressió de baix impacte (*non-impact printing method*) (Freire, 2006, pág. 29). Aquesta característica li aporta un avantatge en front a altres tècniques, la impressió sobre multitud de suports amb diverses textures.

La teoria d'aquesta tècnica es va crear primerament per Lord Rayleigh el 1878, però el desenvolupament de la tecnologia no va començar fins finals dels anys 50 i 60 del segle XX (Freire, 2006, pág. 30).

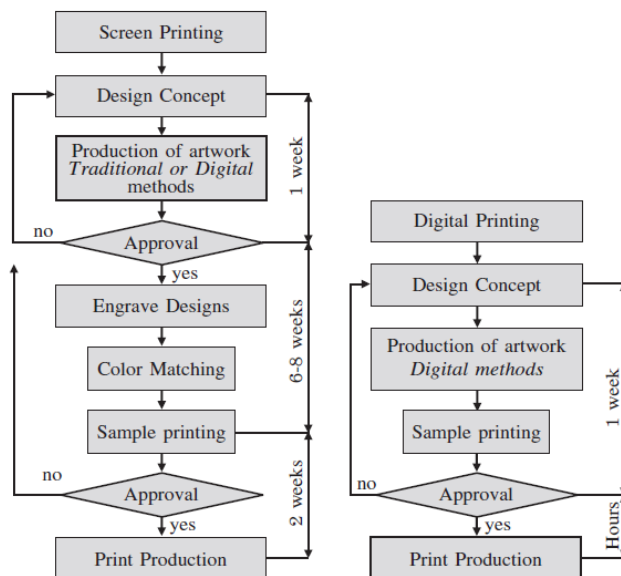
Aquesta es compon de tres components bàsics: un capçal d'impressió, la tinta i el medi o substrat (Freire, 2006, pág. 30). Normalment un conjunt de tintes consisteix en com a mínim tres colors primaris, cian, magenta i groc, i



opcionalment el negre, els anomenats colors CMYK. La proporció de cada color primari en qualsevol àrea d'una impressió determina el color de conjunt percebut per l'ull en aquella àrea (Thonggoom, 2012, pág. 240). La combinació d'aquests quatre colors, cian, magenta, groc i negre permet la creació d'un gamut de milions de colors, directament sobre la superfície del teixit.

La tecnologia d'impressió *inkjet* (ejecció de tinta o raig de tinta) es pot classificar en dues grans categories: ejecció continua (*CIJ continuous ink jet*) i ejecció de gota sota demanda (*DOD drop on demand ink jet*) (Freire, 2006, pág. 31). Aquest últim tipus presenta dos tipus de tecnologia per controlar l'ejecció de tinta, sistema piezoelèctric i sistema termal, però no es l'abast d'aquest treball tractar aquests detalls tecnològics.

Els dos principals inconvenients de la impressió digital tèxtil en comparació amb els mètodes d'impressió convencionals (principalment serigrafia) són la velocitat d'impressió i l'elevat preu de les tintes. Mentre que les impressores digitals comercials poden operar a 150 m<sup>2</sup> per hora, les impressores per serigrafia rotativa poden arribar als 1000 m<sup>2</sup> per hora (Thonggoom, 2012). Per contra, el sistema d'impressió digital contribueix a la reducció del cicle d'impressió, amb l'eliminació de processos intermedis com la preparació de pantalles d'impressió



o fotolits que requereixen altres tècniques, facilitant la realització de proves i de rectificacions sense incrementar el cost i temps de producció.

Imatge 7 Comparació del temps de producció de la impressió digital vers la serigràfica. Font: (Thonggoom, 2012). CeladaPrior\_568241\_1718\_07



El cost de les tintes és un gran problema ja que la producció d'aquest tipus de tinta resulta cara. Les tintes *inkjet* per teixit han estat adaptades a partir dels tints tradicionals fets servir en altres sistemes de tenyit i estampació de roba.

El cost en la producció digital, no varia de forma destacable en llargues produccions, a diferència de la producció amb altres mètodes on les matrius o pantalles s'amortitzen amb l'increment de metratge de la producció, amb la conseqüent repercussió en la baixada del preu per metre.

El principal avantatge que presenta la impressió digital tèxtil és el sistema de control digital, on els processos de manufactura i distribució són implementats i controlats digitalment, permetent la comunicació de productors amb els consumidors a través d'internet, facilitant una producció immediata. A diferència dels sistemes d'impressió tèxtil convencionals, el cicle d'impressió digital presenta temps molt més curts i la producció de mostres pot ser executada immediatament (Thonggoom, 2012, pág. 235).

Fruit de la reducció del cicle d'impressió, i deixant de banda els recursos gràfics que presenta la tècnica, com l'augment del nombre de colors disponibles respecte altres tècniques, en aquest treball es vol ressaltar un concepte propi de la indústria de la impressió tèxtil que motiva l'ús de la impressió digital tèxtil en la seva aplicació a tractaments de conservació i restauració de teixits; el *Strike-off*. El *Strike-off* fa referència a la producció de peces úniques, sense la necessitat de produir posteriorment un tiratge llarg. Altres tècniques d'impressió, com la serigrafia, donat el volum de preparació que requereixen, no resulten eficients per a la producció de peces úniques, on el preu s'encareix considerablement. En la impressió digital directa, s'aboleixen els passos de preparació i permeten realitzar qualsevol mínim de producció instantàniament. Aquest àmbit és una de les principals avantatges que ofereix la impressió digital *inkjet*, i permet l'aplicabilitat d'aquest sistema de producció en el camp de la conservació-restauració, on rarament es necessitarà una sèrie d'impressions, sent el més comú les impressions úniques.

## La impressió digital tèxtil. Una opció més sostenible.

La indústria tèxtil tradicional, amb l'ús de sistemes de tinció i impressió que requereixen gran quantitat de tints i additius en els seus processos, així com un consum molt elevat d'aigua en l'aplicació dels seus processos de coloració, així com l'elaboració de múltiples proves per aconseguir els resultats desitjats, és una de les indústries més contaminants en la actualitat.

En els processos de tinció per a tractaments de conservació, tot i que a molt petita escala, es produeix el mateix problema; ús de químics contaminants que generalment acaben a l'aigüera i gran consum d'aigua. D'altra banda, l'emmagatzematge i manipulació de substàncies químiques poden ser perjudicials per a la salut dels professionals, tenint la necessitat de prendre mesures de protecció per al seu ús.

La conservació i restauració del patrimoni cultural, en concret del patrimoni tèxtil, no hauria d'anar en detriment de la preservació del patrimoni natural; la conservació-restauració com a professió necessita prendre consciència sobre els processos contaminants que genera i conduir les seves actuacions cap a solucions més sostenibles amb el medi ambient i amb la salut de les persones.

La impressió digital tèxtil, pot contribuir en certa mesura en aquesta fita. La tecnologia en que es basa aquest tipus d'impressió, limita l'aplicació de tinta a la estrictament necessària per aconseguir una imatge, sense la necessitat d'impressió de varis metres de teixit per ajustar la maquinaria com passa en tipus d'impressió com la serigrafia rotativa.



*Imatge 8 Imatge de l'esquerra mostra els tints base per preparar una tinció per immersió; a la dreta es mostra el tint que s'ha hagut de llençar per que la mescla ha sortit malament. Font: Caterina Celada . CeladaPrior\_568241\_1718\_08*

L'ús d'aigua com a base de les tintes *inkjet* en que es centra aquest treball, elimina també l'ús de dissolvents d'alta toxicitat. Moltes d'aquestes tintes tenen el certificat Oeko tex®, un estàndard de qualitat que la indústria tèxtil proporciona a aquells teixits aptes per al ús infantil.

D'altra banda, la impressió digital elimina la necessitat de mantenir un estoc de productes químics en el laboratori de conservació-restauració, els quals s'usen en el procés de tinció. Eliminant el seu emmagatzemat i manipulació. Així mateix, en petits tallers on l'acumulació d'estoc de tintes i teixits base no és una opció viable en termes econòmics per la poca rotació dels mateixos, la utilització de la impressió digital pot ser una opció més sostenible, des del punt de vista ecològic, evitant llençar tintes passats de data i des del punt de vista econòmic.

## 5.2. El color. Conceptes i gestió del color en la impressió digital.

Què és el color i com aquest es genera en els mitjans d'impressió, permet la comprensió dels processos d'obtenció d'imatges digitals sobre teixit així com de les dificultats d'obtenció dels resultats desitjats; la reproducció de color desitjada en una impressió es pot dir que és el punt del procés que presenta més reptes per aquesta indústria, sent encara un camp que es desenvolupa contínuament.

Són molts i molt complexos els conceptes que giren entorn a la gestió del color en els sistemes digitals de processament d'imatge i d'impressió, sent inabastables per aquest treball, però per tal de comprendre què és el color i com aquest es representa en els sistemes de gestió i impressió de la imatge digital, i en última instància en la obtenció de la seva impressió sobre un suport, cal endinsar-se en alguns conceptes bàsics de **teoria del color** <sup>2</sup>.

El color constitueix la base de tota la producció de la impressió digital. Al mateix temps, aconseguir que aquest mantingui una certa coherència durant tot el

---

<sup>2</sup> La teoria del color tracta els mecanismes pels quals l'ull interacciona amb la llum i com aquest percep els colors, a més de com els descrivim i els gestionem a la pantalla i en la impressió.

procés es converteix en una de les tasques més difícils d'aconseguir, donada la diferència entre l'elevada capacitat de percepció de valors cromàtics de l'ull humà i les limitacions existents en la reproducció sobre un suport.

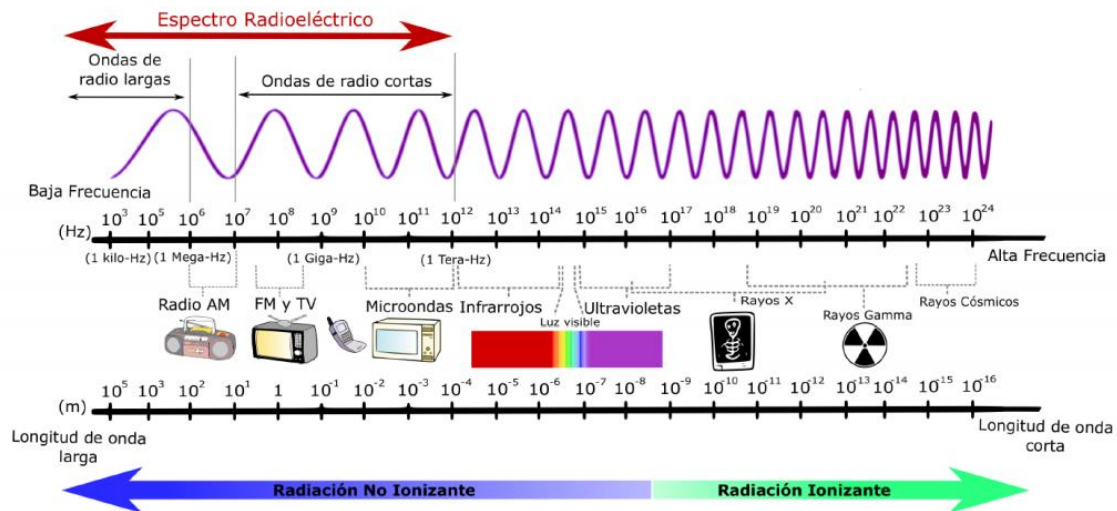
Per tal que un material imprès o tenyit es pugui observar, la llum ha de reflectir sobre l'objecte i aquesta ha de ser rebuda per l'ull. La llum viatja en forma d'ones que no tenen color i no son visibles (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 177). El processament de les ones de llum a la retina (part interna de l'ull), crea impulsos que es transmeten al cervell gràcies al nervi òptic. La sensació creada per aquests impulsos es el que es percep com a **color** (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 177).

**La llum** és una forma d'energia radiant que es transmet com una ona electromagnètica a una velocitat de 300.000 km/s aproximadament, i forma part de l'espectre de radiació electromagnètica. Aquest, està compost de radiacions de longitud d'ona més curta i més llarga, sent les de longitud més curta les més energètiques (Valgañón, 2008, págs. 92,93). La imatge 9 mostra la totalitat de l'espectre de radiació electromagnètica i la situació de l'espectre de llum visible.

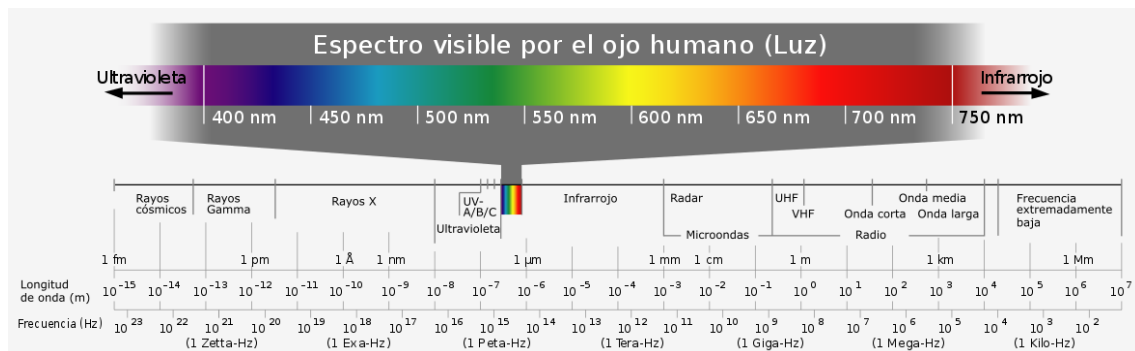
Les **fonts lluminoses** emeten un espectre de radiacions - un conjunt de diverses ones amb longituds d'ona diferents – que en general es divideix en tres zones (Valgañón, 2008, pág. 92):

- De 300 a 400nm: radiació ultraviolada.
- De 400 nm a 740 nm: radiació visible.
- De 740 nm en endavant: radiació infraroja.

L'ésser humà només pot captar amb els seus ulls una fracció d'aquest espectre, la **llum visible**. Aquesta, conté radiacions amb diverses longituds d'ona que corresponen amb els diversos colors que l'ull humà pot percebre. La imatge 10 mostra la composició de l'espectre visible (els diferents colors i la seva longitud d'ona corresponent) (Valgañón, 2008, pág. 93)



Imatge 9. Il·lustració de l'espectre electromagnètic i situació de l'espectre visible. Font: [https://iie.fing.edu.uy/proyectos/esopo/eem/\\_CeladaPrior\\_568241\\_1718\\_09](https://iie.fing.edu.uy/proyectos/esopo/eem/_CeladaPrior_568241_1718_09)



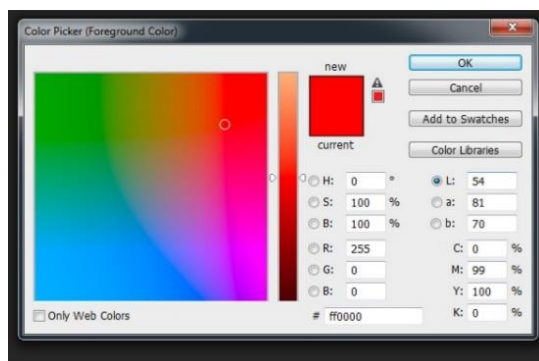
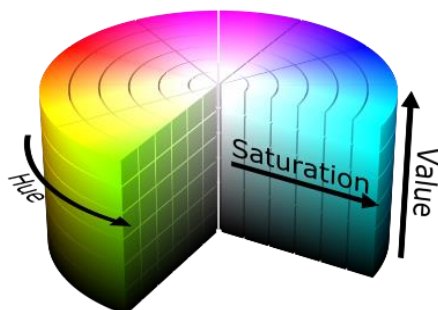
Imatge 10. Il·lustració de l'espectre visible. Permet observar on queda situada la llum UV i IR. Font: [https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_visible#/media/File:Electromagnetic\\_spectrum-es.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_visible#/media/File:Electromagnetic_spectrum-es.svg)  
CeladaPrior\_568241\_1718\_10

Els **colors** – subjectes a la percepció i interpretació individuals (Minolta, 2003) -, es **descriuen segons models** que permeten definir, identificar i reproduir els colors de manera precisa (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 189), generant sistemes amb paràmetres específics. Aquests, permeten una descripció numèrica i reproduïble que situa els colors dins d'un espai de color definit per sistemes de mesura com són les coordenades. La recollida de l'expressió dels colors de forma numèrica es pot fer a través dels colorímetres.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Encara que l'ull humà no pot quantificar els colors de forma acurada, amb un colorímetre – aparell electrònic que ens serveix per prendre mesures de color - els colors s'expressen numèricament d'acord a estàndards internacionals (Minolta, 2003, pág. 14).

Aquesta estandardització de la nomenclatura i descripció dels colors permet un enteniment universal, una comunicació precisa, ja que la percepció del color i la seva nomenclatura, és subjectiva, variable i totalment cultural. El sistema Munsell i el CIE<sup>4</sup> son alguns dels models de color més estesos, però un dels models més utilitzats en els software<sup>5</sup> de tractament d'imatge digital alhora de crear nous colors per a la creació gràfica, és el model HSB. El model de color HSB (Hue, Saturation, Brightness) o HSV (Hue, Saturation, Value) que deriva de l'espai RGB (colors additius), s'aproxima als paràmetres que percep la visió humana. Aquest representa els colors a partir de la combinació de tres valors que es valors solen representar-se en un diagrama circular,

- **HUE:** el to en si (H), amb valors de 0-360°. La gamma cromàtica es representa en una roda circular i aquest valor expressa la seva posició.
- **SATURATION:** la saturació o quantitat de color (S), amb valors de Valors de 0-100%. De menys a més quantitat de color.
- **BRIGHTNESS:** la lluentor del mateix (B). Amb valors de Valors de 0-100%. Des de fosc total a la màxima lluminositat.



Imatge 11. Il·lustra a l'esquerra el model de color HSB i a la dreta l'aplicació d'aquest model en software informàtic que permet l'elecció de color. Fonts respectives:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HSV\\_color\\_solid\\_cylinder.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HSV_color_solid_cylinder.png) <http://colorburned.com/rgb-cmyk-pantone-differences/> CeladaPrior\_568241\_1718\_11

<sup>4</sup> El model CIELAB, que deriva del model CIE s'explica més endavant en aquesta mateixa secció del treball, relacionat amb el seu ús en els sistemes de captura, tractament i impressió de la imatge com a sistema de gestió del color.

<sup>5</sup> Model de color que s'utilitza en el treball de la creació i/o modificació de color en el monitor de l'ordinador, per tant treballa amb el sistema de colors additu ("colors llum") o RGB.



La percepció visual del color i consegüentment la descripció i la generació del mateix<sup>6</sup> es basa en la configuració cel·lular de l'ull humà; principalment, dos tipus de cèl·lules trobades a la retina, els **bastons i els cons**, són les que s'ocupen del procés de visió. **Els bastons** que s'ocupen de la visió perifèrica són molt nombrosos –gairebé 120 milions–, i són responsables de la visió nocturna per la seva alta sensibilitat a la llum de baixa intensitat. Aquests no són capaços de distingir colors, donant lloc a una visió acromàtica. **Els cons**, varien en nombre de 6 a 7 milions, i li permeten a l'ull humà tenir agudeses visual (capacitat de l'ull de resoldre i percebre detalls petits en un objecte) i de diferenciar els colors.

Existeixen tres tipus de cons:

- Cons vermells, que representen el 64 % dels cons totals. També són coneguts com a «cons L» (sensibles a la longitud d'ona llarga, que és vermella).
- Cons verds, que representen el 32% dels cons totals. També són coneguts com a «cons M» (sensibles a la longitud d'ona mitjana, que és verda).
- Cons blaus, que representen entre el 2% i el 7 % dels cons totals. També són coneguts com a «cons S» (sensibles a la longitud d'ona curta – en anglès short–, que és blau).).

Aquesta combinació ens permet distingir tots els colors de l'espectre visible: gairebé deu milions de matisos, molts més dels que podem reproduir per sistemes d'impressió (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 72).

La sensibilitat de les cèl·lules de l'ull humà al color, donen lloc a la classificació de colors en els sistemes **additiu** (colors llum; els colors que capta l'ull) i sistema **sostractiu** (colors pigment; els colors per a impressió sobre un suport).

Els colors de l'espectre que formen la llum blanca (produïda pel sol o per una font artificial), es poden descompondre en els tres colors **primaris (RGB)**: vermell (Red), verd (Green) i blau (Blue). Quan aquests tres colors s'ajunten i

---

<sup>6</sup> Els sistemes de captura i generació de colors, tant en els dispositius electrònics com la seva fixació sobre suports físics, es basen en la teoria de la visió humana i com aquesta percep els colors. Per tant els sistemes digitals de captura, creació i reproducció del color i la imatge prendran com a referència el funcionament de l'ull humà.

creen la llum blanca, se'ls coneix com **additius primaris**. (veure imatge 12)  
Quan algun d'aquests colors es superposen, s'obté un segon primari, que s'anomena **primari sostractiu**. La combinació de vermell i blau produeix magenta; el vermell y verd donen groc; i el verd y blau formen el cian (Bann, 2008, pág. 36).

Per tant, els **colors Primaris** seran aquells que no es poden obtenir mitjançant la mescla de cap altre, per la qual cosa es consideren absoluts, únics.

- Additius: són Groc, Verd i Blau (RGB)
- Sustractius: són Cyan, Groc (Càdmi) i Magenta (CMY)<sup>7</sup>

Els **colors Secundaris**: seran aquells produïts per la mescla entre colors primaris, produint la majoria dels colors. En barrejar dos colors primaris en parts iguals es produeix el que es coneix com a color secundari, i en barrejar un primari amb el seu secundari complementari es produeix un color terciari, que està format pels tres primaris en proporcions de 50+25+25.



Imatge 12. Il·lustració de les composicions dels colors additius i sustractius. Fonts: <http://cursgraficonda.blogspot.com/2017/11/3-teoria-el-color.html> <http://cursgraficonda.blogspot.com/2017/11/3-teoria-el-color.html> CeladaPrior\_568241\_1718\_12

<sup>7</sup> El Cian, Groc i Magenta són els colors primaris sostractius. Les sigles CMY: cyan, magenta, yellow, corresponen als seus noms en Anglès. En impressió, a la mescla sostractiva de colors se l'anomena CMYK on la K fa referència al negre que s'afegeix per al procés d'impressió. K correspon a Key per diferenciar-lo del blau B dels colors RGB.

L'agrupació dels colors vermell, verd i blau en el **sistema additiu** (RGB) i els colors magenta, groc i cian en el **sistema sostractiu** (CMY), faran referència als dos tipus de sistemes que s'utilitzen durant el processament d'una imatge digital, durant les fases de processament i impressió.

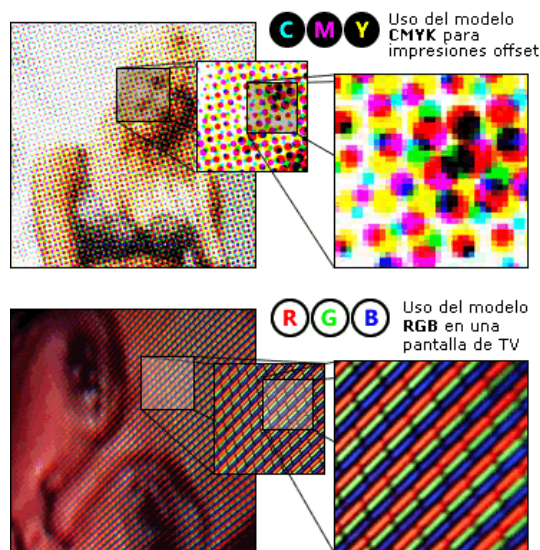
La reproducció per impressió digital dels milers de colors que acostumen a conformar una imatge presentarà certes **limitacions tècniques**. El monitor<sup>8</sup> de l'ordinador on es processarà la imatge, no la podrà representar a partir de milers de fons lluminoses, ni alhora d'imprimir-la es podran fer servir milers de tintes de diversos colors que representin exactament aquests tons. Per comptes d'això, caldrà reproduir els milers de colors de la imatge a partir de la mescla dels tres colors primaris (RGB), els colors als que els cons de la retina son sensibles (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 73).

La **barreja additiva de color (RGB)**, suposa la combinació determinada de llum vermella, verda i blava amb la finalitat de crear nous colors; si barregem aquestes tres fons lluminoses en la seva màxima intensitat, l'ull percebrà el color com a blanc. A una menor intensitat, aquesta combinació es percebrà com a gris neutre i si les tres fons de llum s'apaguen, l'ull percebrà el color negre (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 73).

Aquest tipus de mescla de colors s'utilitza en tots els dispositius que reproduïen els colors mitjançant la llum: monitors d'ordinador i projectors de vídeo, però també en aparells que capturen la llum com: càmeres de fotografia digitals o escàners.

---

<sup>8</sup> Les pantalles dels monitors dels ordinadors estan compostos per una retícula de píxels quadrats. Cada píxel presenta tres fons de llum: vermella, verda i blava, la intensitat de les quals pot variar. Mitjançant la mescla d'aquestes tres fons i les diverses intensitats, el monitor pot recrear la majoria dels colors percebuts per l'ull humà (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 73).



Imatge 13. Il·lustració comparativa del funcionament dels colors CMYK i colors RGB. Font: <https://albertociammaricone.files.wordpress.com/2010/09/cmykrbg2.gif> CeladaPrior\_568241\_1718\_13

El sistema RGB utilitzat en les imatges digitals i els monitors d'ordinador estableix la definició dels colors mitjançant valors que indiquen la combinació dels tres colors primaris, anant de 0 a 255<sup>9</sup>. Amb aquest sistema es poden generar 256 x 256 x 256 colors, es a dir, aproximadament 16,7 milions de combinacions de colors. En aquest sistema, la percepció real d'un valor cromàtic es veurà determinada per el monitor o l'escàner que s'utilitzi, veient-se diferent en cada aparell, en funció dels diferents paràmetres de calibratge (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 74).

En el procés de disseny i **impressió digital**, els fitxers com les fotografies digitals o els arxius de software com els que es produeixen amb programes de retoc d'imatge com Adobe® Photoshop®, es tracten en RGB en un monitor que funciona amb qualitats de llum. Per tal de ser impresos sobre un suport físic, aquests valors cromàtics hauran de ser convertits a sistema CMYK (per el creador de la imatge o per l'impressor), preferiblement basant-se en perfils ICC<sup>10</sup> proporcionats per l'impressor (Bann, 2008, pág. 36).

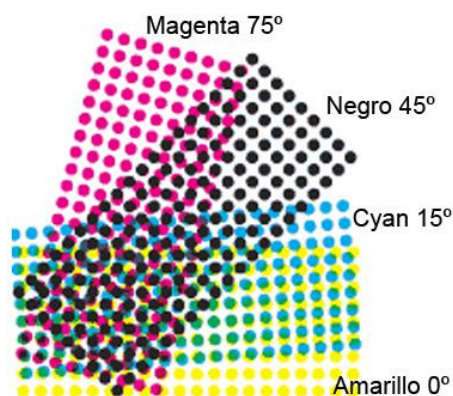
<sup>9</sup> La composició d'un vermell brillant es definiria com R = 255 G = 0 B = 0; el color negre apareixeria amb valors de R = 0 G = 0 B = 0; el color blanc estaria definit com R = 255 G = 255 B = 255 i el gris R = 100 G = 100 B = 100.

<sup>10</sup> El sistema ICC (International Color Consortium) és un estàndard per a la gestió del color, que conté les especificacions que utilitzen els sistemes de gestió del color. Aquest es basa en tres elements: en l'espai de

**La barreja sostractiva de color CMY (CMYK<sup>11</sup> en termes d'impressió),** pren en seu nom donat que la tinta filtra la llum blanca que incideix sobre la seva superfície, “sostraient” o absorbint tots els colors de l'espectre excepte un, el color que es desitja que la tinta reflecteixi. El color de la llum reflectida queda determinat per les longituds d'ona de la llum blanca que cada tinta absorbeix. El cian, el magenta i el groc absorbeixen cadascun, dues terceres parts de l'espectre de llum blanca i en reflecteixen el terç restant. Aquesta tercera part reflectida està composta per algun dels tres colors als que son sensibles els cons de la retina: vermell, verd i blau.

(Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 74) (Bann, 2008, pág. 36).

En la practica de la impressió, es fa servir tinta negra per complementar als altres tres colors. Segons Bann (Actualidad en la producción de artes gráficas, 2008, pág. 36) “quan s'imprimeix es parteix del substrat en blanc i de la llum blanca que hi reflexa. Per tal de captar l'espectre total dels colors caldrà fer servir tinta que sostraurà la longitud d'ona i així ens mostrarà els colors. El cian (C ) és el color que sostrau (o absorbeix) el vermell, el magenta (M) al verd i el groc (Y) al blau. Quan els tres colors sostractius C, M i Y es sumen, s'obté un color marronós brut”. A causa de la imperfecció dels pigments, aquesta mescla no arriba a ser completament negra i cal afegir tinta negra per aconseguir un color negre net i



*Imatge 14 Il·lustració de les trames que s'utilitzen per a impressió fent servir els colors CMYK. Font: <http://bengar.com/blog/wp-content/uploads/trama-4294e.jpg> CeladaPrior\_568241\_1718\_14*

color independent del dispositiu CIELAB, que constitueix l'únic mitjà precís per descriure el color (també conegut com RCS *Reference Color Space* o PCS *Profile Connection Space*), es basa en els perfils ICC, que son taules de correcció que descriuen característiques i deficiències de diversos dispositius (com monitors, escàners i impressores), i en el software CMM *Color Management Module*, encarregar de calcular les conversions entre diversos espais de color utilitzant per a tal efecte els valors que contenen els perfils ICC (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, págs. 86,87).

<sup>11</sup> CMY = Cyan, Magenta, Yellow. CMYK = Cyan, Magenta, Yellow and Key (Black). En impressió cal afegir tinta negra per aconseguir un color negre veritable.



sòlid, que es coneix amb la lletra K (key), per evitar confusió amb el blau. És amb les sigles **CYMK**, que es coneix el sistema de color sostractiu aplicat a la impressió.

En els sistemes d'impressió tradicionals com el offset (quadricromia) o la serigrafia, trobem una separació física dels quatre colors CYMK en el procés de producció. El color de la imatge s'aconsegueix per mitjà de la superposició de trames de punts creades en els quatre colors. En aquests sistemes d'impressió caldrà crear pantalles o fotolits, un per cada color. Els sistemes de tractament de la imatge i impressió digitals, estalvien aquest pas, gestionen i transmeten els valors de quadricromia digitalment, economitzant el procés.

En el sistema CMYK o quadricromia, els valors cromàtics (colors) s'indiquen per els percentatges de les tintes CMYK que els componen <sup>12</sup> la quantitat de tinta pot variar des de un 0% (absència de tinta) a un 100% (tinta sòlida) en àrees d'impressió de grans dimensions amb l'ajut d'una trama (Johansson, Lundberg,



Imatge 15. Il·lustració de la pèrdua de rang cromàtic al passar de mode de color RGB a mode de color CMYK. Font: <https://albertociammaricone.files.wordpress.com/2010/09/faq-rgb-cmyk-fig2.jpg>  
<http://cursgraficonda.blogspot.com/2017/11/3-teoria-el-color.html> CeladaPrior\_568241\_1718\_15

<sup>12</sup> Un color Vermell brillant podria ser C = 0% M = 100% Y = 100% K = 0%; si no imprimim cap color, obtindrem el blanc (blanc o color del substrat).



& Ryberg, 2011, pág. 75). De la mateixa manera que passa amb el sistema RGB, en el sistema CMYK valors cromàtics amb la mateixa composició, es percebran de manera diferent depenent de les tintes usades y el suport sobre el que s'apliquin.

La necessitat de conversió del sistema RGB (additiu) al CMYK (sostractiu) per tal de poder imprimir la imatge, serà un pas crític en la qualitat i efectes obtinguts en la imatge final impresa. El **gamut**, o l'abast del la gama de colors, de CMYK és molt menor que el del sistema RGB, fet que obliga a una correcta conversió entre sistemes i a utilitzar la separació en quatre colors per obtenir una impressió òptima (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 76), ja que es poden produir problemes degut a la reducció de rang cromàtic.

A part de la quadricromia i els sistemes HiFi (alta fidelitat)<sup>13</sup> existeixen els anomenats sistemes de color directe, o tintes planes; els més habituals són Pantone i HKS. Aquests sistemes de color ens permeten imprimir un color determinat partint d'una sola tinta<sup>14</sup>. Aquests sistemes s'utilitzen principalment quan es vol imprimir valors cromàtics de difícil reproducció o per algun altre motiu volem evitar l'us de trames de semitons amb percentatges de quadricromia (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 77). Cal destacar que les conversions entre sistemes de color directe i CMYK no tots els colors son reproduïbles, tot i que existeixen guies de Pantone especials per a la seva conversió en valors CMYK.

Com s'ha esmentat amb anterioritat, la diferencia existent entre les característiques tècniques de diversos dispositius que utilitzen diferents sistemes de color o inclús entre aquells que apliquen el mateix sistema de color, genera grans dificultats per obtenir coherència en la reproducció del color. Els sistemes

---

<sup>13</sup> Son models de color relacionats amb CMYK que generen colors més saturats. Es basen en sis o vuit tintes d'impressió i s'anomenen d'alta fidelitat perquè resulten summament fidels a l'original. En la pràctica no s'usen sovint ja que la impressió resulta més costosa i exigeixen l'ús de programes específics per gestionar la separació avançada de color.

<sup>14</sup> Pantone utilitza combinacions úniques de pigments per cada color diferent, així té més capacitat de generar colors saturats. Per exemple, un color groc pàl·lid en el model Pantone és en realitat un pigment groc pàl·lid, i no es necessari enganyar a l'ull mitjançant trames com passa en el sistema CMYK (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 79).

de color esmentats fins al moment, **RGB i CMYK**, son models de color que es qualifiquen de “ **dependents del dispositiu**”, donat que els colors es percebran de forma diferent en funció del dispositiu utilitzat. Donada la manca de coherència descrita, aquest tipus de models no resulten adequats per una gestió del color eficaç. És per aquest motiu que es fa necessari un sistema de gestió del color capaç de medir i indicar adequadament els colors, de forma independent del dispositiu que els representi (Bann, 2008, págs. 44,45) (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 80). Els sistemes de gestió de color fan servir Lab com a referència de color per transformar un color de manera predictable d'un espai de color a un altre (Adobe , 2017).

El CIE (*Comission Internationale d'Eclairage*), un sistema de color independent del dispositiu, és l'únic mètode que assegura la descripció de colors d'un mode exacte<sup>15</sup>. CIELAB i CIEXYZ són dues versions del model CIE. El primer, CIELAB, es va desenvolupar a partir de CIEXYZ, sent el més estès actualment.

La característica principal del sistema Lab és que els valors numèrics que utilitza descriuen tots els colors que veu una persona amb una capacitat de visió normal. Lab descriu l'aparença del color en comptes de la quantitat de colorant necessari per a que un dispositiu ( monitors, impressores o càmeres digitals) produeixin el color, per tant es considera un **model de color independent de dispositiu** (Adobe , 2017).

El sistema CIELAB es basa en tres valors diferents. Aquest fet el defineix com un **sistema tridimensional** que constitueix un determinat **espai de color**. Als colors definits segons aquest sistema, se'ls hi assigna valors per L, A i B. En aquest espai de color L\* indica lluminositat, i a\* i b\* son les coordenades cromàtiques (Minolta, 2003, pág. 11).

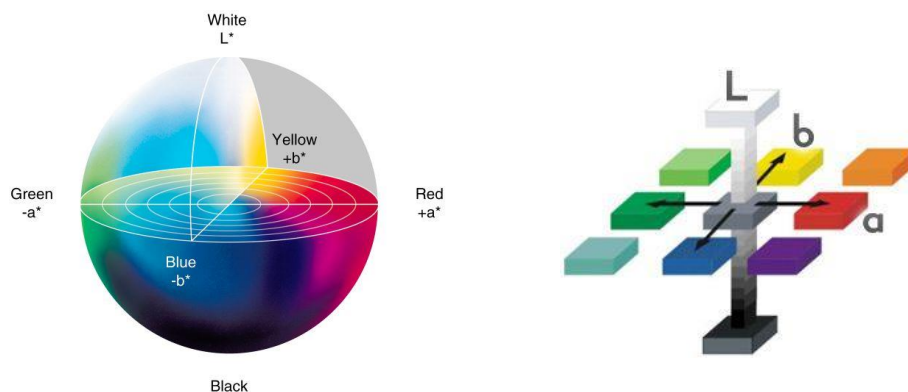
---

<sup>15</sup> Es basa en exhaustius experiments sobre la percepció del color per part de l'ull humà. Donada la variació de la percepció del color entre persones, es creà un sistema colorimètric estàndard basat en la mitja de la percepció dels subjectes estudiats. S'arribà a la conclusió de que la percepció humana del color es podia descriure en funció de tres corbes de sensibilitat anomenades valors tri-estímul (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 82).

**L\***= paràmetre per a lluminositat. Augmenta del punt inferior al superior del model tridimensional i varia entre 0 i 100.

**a\***= axis que s'estén de verd (-a) a vermell (+a). Tenint el 0 com a punt central i un rang entre +127 i -128.

**b\*** = axis que s'estén de blau (-b) a groc (+b). Tenint el 0 com a punt central i un rang entre +127 i -128.



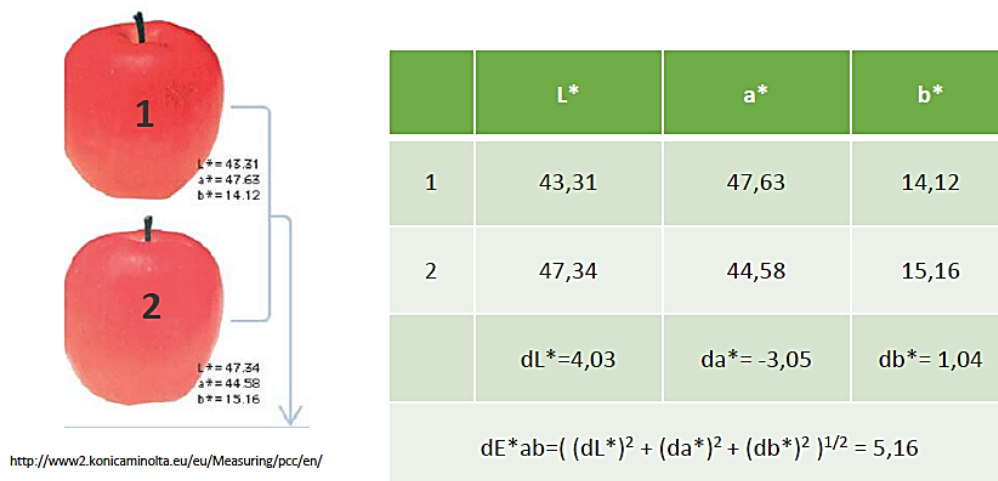
Imatge 16. Representació de l'espai de color CIELAB. Fonts:  
<http://sheriffblathur.blogspot.com/2013/07/cie-lab-color-space.html>  
<http://sheriffblathur.blogspot.com/2013/07/cie-lab-color-space.html>  
 CeladaPrior\_568241\_1718\_16

Els valors numèrics són els que permeten mostrar la diferència entre colors.

La diferència visual entre dos colors en el sistema CIELAB, es definida per Johansson (Manual de producció gràfica. Recetas., 2011, pág. 82) com “ $\Delta E$ ” (“delta e). Un canvi de color produït en el mateix espai de color i basat en determinada longitud d’ona, o distància, no té necessàriament que coincidir en el seu valor  $\Delta E$ , ja que la sensibilitat de l’ull varia en funció de les diferents àrees de l’espai de color. Si  $\Delta E$  es menor que 1, l’ull no és capaç de percebre la diferència entre colors”.

En l’espai de color  $L^* a^* b^*$ , la diferència de color es pot expressar mitjançant un únic valor numèric,  $\Delta E^*_{ab}$ , que indica la grandària de la diferència però no de quina manera els colors són diferents (Minolta, 2003).  $\Delta E^*_{ab}$  es defineix per la següent equació:  $\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$

Com es pot observar a l'exemple que mostra la imatge 17, el càlcul de la diferència entre mesures de color permetrà la comparació entre dues mostres, objectes o àrees diferents d'un mateix objecte i analitzar-ne els canvis presents en la seva coloració, característica utilitzada en aquest treball per tal de mesurar els canvis produïts en mostres de teixit imprès exposades a proves d'envelliment.(veure secció 7. Ànlisi de mostres)



Imatge 17. Il·lustració del càlcul de la diferència dels valors Lab entre dues mostres. Font (Ruiz Recasens, 2016) CeladaPrior\_568241\_1718\_17

### Estandardització dels models RGB

Per la dificultat ja esmentada en relació a les imatges RGB i la seva conversió a altres models, s'han estandarditzat els valors RGB generats per els dispositius i programes informàtics relacionant-los amb un espai de color definit per CIELAB, possibilitant la descripció de colors amb precisió (i les imatges que aquests generen) (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 83).<sup>16</sup>

Tot i aquesta estandardització de RGB basada en la relació amb l'espai de color CIELAB, la majoria d'espais de color RGB tenen una gama de colors menor que la de la vista humana (que sí queda representada pràcticament en la seva totalitat en CIELAB), però al mateix temps molt més alta que la gama de colors

<sup>16</sup> Existeixen diversos estàndards RGB, aplicats a les característiques diverses de cada dispositiu i que resulten adequats per a diferents aplicacions. Per exemple, els espais de color RGB del programa Adobe® Photoshop®, són estàndards que indiquen diferents espais RGB pre-definits en CIELAB.

de CMYK. Per tant quan si fem servir un estàndard de color RGB amb una gama de colors molt amplia, poden aparèixer problemes a l'hora de la seva conversió a CMYK; si es fa servir un estàndard RGB amb una gama de colors menor, més semblant a CMYK, hi haurà menys alteracions en els colors de la imatge (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 84).

### 5.3. Tipus de substrats (adequats per conservació) i les seves característiques

Cal entendre les característiques generals de les fibres tèxtils per tal de comprendre la seva interacció amb els colorants de les impressions, contribuint a comprendre el procés i el resultat de la impressió així com les necessitats o limitacions que poden presentar. Són multitud els tipus de fibres tèxtils disponibles en el mercat, tant naturals com sintètiques. En aquest apartat es farà referència a les fibres més comuns aplicades a tractaments de conservació i restauració de teixits, que és el sector en que es focalitza la recerca.

Els teixits fets servir en els tractaments de conservació es trien per les seves característiques específiques com la resistència, durabilitat i manipulació (Cole, 2007, pág. 28), així com per la seva compatibilitat amb la preservació de les obres. Aquestes estan determinades per l'estructura del teixit (tipus de lligament) i per el tipus de fibra del que estan elaborades.

Aquesta secció descriu les fibres més freqüentment escollides per els conservadors tèxtils com a teixits de tractament i els principals tipus de tintes *inkjet* amb base d'aigua que es poden fer servir per imprimir-les. Les fibres que s'han considerat són el cotó, el lli, la seda, el polièster i el niló.

Altres fibres es poden fer servir en tractaments de conservació, les quals poden ser també digitalment impreses per mitjà de impressió *inkjet*, pero aquestes no es tracten en aquest treball.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Per exemple, la llana no s'utilitza freqüentment per a conservació de teixits ja que emet compostos sulfurosos que poden atraure infestacions com les arnes i l'escarabat de les estores i pot causar canvis de

Els tipus de tintes per a impressió digital *inkjet* amb base d'aigua que es referenciaran en aquest apartat són els quatre tipus de tintes existents: tintes reactives, tintes àcides, tintes disperses i tintes pigment.

Els conservadors-restauradors tendeixen a fer servir teixits d'un sol tipus de fibra ( per exemple 100% cotó), tant per intentar aproximar-se a les propietats de l'objecte a tractar o per tal d'explotar una característica específica de la fibra, com la resistència del lli o la mal-leabilitat de la seda (Cole, 2007, pág. 29).

Cada tipus de fibra presenta diferents requeriments per a la seva impressió per mitjà de la impressió digital *inkjet*, i moltes de les tintes són específiques per a determinats substrats. Per tant, la fibra que configura el teixit triat per al tractament determinarà el tipus de tinta que es farà servir per imprimir-lo.

És important per al conservador-restaurador entendre el procés pel qual les tintes *inkjet* s'apliquen i es fixen als diferents substrats per tal de predir com es comportaran com a teixits de tractament.

A la taula il·lustrada a la imatge 21 de la pagina 66 podem veure les fibres utilitzades generalment en els tractaments de conservació-restauració i les tintes més adequades per la seva impressió <sup>18</sup>.

La majoria d'impressors /proveïdors ofereixen una ampla varietat de teixits en estoc incloent algunes comunament utilitzades en conservació-restauració tèxtil com la batista de cotó i el "lli d'Holanda" (ambdós, teixits plans). Teixits especials com el tul de conservació (niló) i el Tetex ® (polièster) es poden imprimir digitalment amb *inkjet* si el conservador-restaurador fa arribar el teixit al

---

*color en la plata si s'exposa en ambients amb diversos materials (o en teixits amb fils metàl·lics de plata). D'altra banda, no és una tela freqüentment trobada en estoc en els proveïdors/impressors, però seria impresa amb tintes àcides o tintes pigment.* (Cole, 2007, pág. 29)

<sup>18</sup> La varietat de teixits de cada tipus de fibra existents és molt elevada, però s'ha acotat aquí les fibres més utilitzades per als tractaments de conservació. Els impressors ofereixen generalment una ampla gama de teixits, molts d'ells no utilitzats en processos de conservació-restauració, depenent del tipus de tinta en que imprimeixen.



impressor. Molts impressors accepten treballar amb teixits aportats per el client<sup>19</sup>; aquests teixits s'hauran de tractar per mitjà de la impregnació de capes de preparació que adequin el teixit per a sustentar algunes de les tintes. Cal tenir en compte que en alguns casos aquest servei pot estar limitat a un mínim de metratge o en variacions en el preu.

Els teixits per a tractaments de conservació generalment es renten abans del seu ús per assegurar que els productes d'acabat i els contaminants presents a la superfície són eliminats i s'indueix qualsevol canvi de grandària produït per l'encongiment de les fibres (Cole, 2007, pág. 29). Idealment, quan un teixit ha de ser imprès digitalment, és important que aquest procés (de rentat) es dugui a terme abans de la impressió, per prevenir distorsions de la imatge posteriorment i eliminar-ne les substàncies no desitjades presents. Generalment, els teixits produïts per a aquests propòsits (impressió), hauran estat preparats per al procés d'impressió. Per al cotó i el lli, aquest tractament pot comportar un rentat amb una solució alcalina: aquesta elimina els acabats de superfície i redueix la cristal·linitat de les fibres, per a una millor impregnació dels tintes. També pot contribuir a reduir el risc d'encongiment posterior. El risc d'encongiment és aplicable a totes les fibres d'origen natural.

Així mateix, tot i que els impressors fan un rentat de les impressions abans de ser entregades als clients, caldrà rentar-les de nou per eliminar aquestes substàncies.

### **Fibres cel·lulòsiques: el cotó i el lli**

Les fibres de cotó i lli es poden imprimir digitalment amb tintes *inkjet*: reactives o amb tintes pigment.

---

<sup>19</sup> Cal tenir en compte que aquest servei pot estar limitat per el metratge mínim requerit per els impressors així com per les característiques que ha de presentar aquest teixit per tal que sigui possible una impressió correcta.

El cotó i el lli són les fibres naturals cel·lulòsiques més comuns en tractaments de conservació-restauració.

La cel·lulosa és un polímer fet d'unitats de cel·lobiosa. El grau de polimerització és aproximadament 18000 per al lli i 5000 per al cotó. (Gohl & Vilensky, 1983, pàgs. 44,52). Aquestes fibres són sovint seleccionades per els conservadors-restauradors com a teixits de tractament degut a la seva resistència. El lli es fa servir habitualment com a suport per a teixits de gran format, incloent tapissos.

La resistència de les fibres de cel·lulosa és parcialment deguda a la elevada cristallinització del sistema polimèric que conforma la seva estructura. El cotó pot arribar a tenir un 65-70% d'estructura cristal·lina. La formació lineal dels polímers de cel·lulosa, permet la formació de *ponts d'hidrogen* entre ells (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 44).

El cotó i el lli són plantes cel·lulars constituïdes a partir de varies capes de fibril·les de cel·lulosa<sup>20</sup>. Les fibres de cotó són cèl·lules individuals mentre que les fibres de lli tendeixen a ser varies cèl·lules agrupades, fet que el dotarà de la seva residència característica.

Les fibres de cel·lulosa són resistents als àlcalis però susceptibles davant els àcids.

La cel·lulosa és una fibra polar i hidròfila degut als molts grups hidroxil continguts en la seva estructura polimèrica. Les zones amorfes del polímer de cel·lulosa absorbeixen fàcilment les tintes *inkjet* de base aquosa. El nivell d'absorció que presenten els teixits de fibres cel·lulòsiques és una consideració important en aquest tipus d'impressió (*inkjet*) (Cole, 2007, pág. 32).

---

<sup>20</sup> grups de polímers de cel·lulosa units per ponts d'hidrogen

El cotó té un alt contingut en cel·lulosa i s'imprimeix fàcilment, mentre que el lli conté altres components orgànics com la lignina i ceres naturals que dificulten l'absorció de la tinta.

Els productes d'acabat i lubricants afegits durant el procés de teixit de les fibres, pot causar heterogeneïtat en l'absorció de les tintes, podent arribar a causar distorsions en la imatge impresa. Els processos d'acabat aplicats als teixits de cel·lulosa que es fan servir per a la indústria de la impressió digital pretenen salvar aquests problemes (Cole, 2007, pág. 32).

Les fibres de cel·lulosa poden patir encongiment quan són tractades amb humitat i altes temperatures com en el rentat. Aquest fenomen podria donar-se per la retenció de molècules d'aigua retingudes per els polímers de cel·lulosa, causant l'inflament i el consegüent escurçament de les fibres. (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 44).

## La seda

Les fibres de seda es poden imprimir digitalment amb tintes *inkjet*: àcides, tintes reactives o tintes pigment.

La seda és un filament de proteïna natural (fibroïna) extruït per les larves de la papallona *Bombyx mori* <sup>21</sup> amb una llargària mitjana de 300 m. El filament de seda, produït per l'extrusió de fibroïna coagulada, és molt fi, regular i translúcid, sense una micro-estructura identificable; en aquest sentit s'assembla a les fibres artificials produïdes per l'home (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 86).

La seda està configurada per un polímer lineal de fibroïna, constituïda per setze aminoàcids diferents que s'uneixen per enllaços pèptids (-CO-NH-); sent-ne els principals components la alanina, la glicina i la serina. El procés de formació del polímer és desconegut. A diferència de la llana (l'altre principal fibra proteica),

---

<sup>21</sup> varis grups d'animals artròpodes, com aranyes i varis tipus d'insectes, produeixen seda, però actualment és la seda cultivada produïda per la papallona *Bombyx mori* la que s'utilitza comercialment

els polímers de seda no estan compostos per aminoàcids que contenen sulfur, per tant la seda no presentarà enllaços di-sulfit .

El polímer de la seda només es troba sota la configuració beta (desplegada). Es pensa que aquest tindria una llargària semblant als polímers que configuren les fibres de llana (14nm) amb un gruix aproximat de 0.9nm. El sistema polimèric de la seda es considera que estaria format per capes de polímers lineals plegats; amb una estructura cristal·lina en un 65-70% i només amorfa en un 35-30%. Els polímers estan units principalment per ponts d'hidrogen. Aquesta configuració polimèrica li atorga resistència; aquesta resistència però, es pot veure afectada sota l'acció de l'aigua; les molècules d'aigua tenen la capacitat d'hidrolitzar un nombre significant de ponts d'hidrogen, debilitant el polímer de seda, atorgant-li característiques plàstiques; l'aplicació de calor i agitació durant el procés de rentat en el polímer plàstic, pot causar l'encongiment del teixit de seda (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 76). Aquest fet es pot contrarestar sotmetent a tensió el teixit durant el procés d'assecat, permetent als conservadors-restauradors redreçar la forma de la seda mentre es troba humida (Cole, 2007, pág. 34).

La seda és una fibra hidròfila que pot absorbir les molècules de tint contingudes en les tintes inkjet. Les zones amorfes de les fibres de seda son receptives a les molècules de tintes acides i de tintes reactives. En ambdós casos, els grups amino i carboxil del polímer presenten una unió significant amb les molècules de tint (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 77).

La seda és utilitzada per els conservadors-restauradors com a teixit de tractament ja que presenta una gran lleugeresa, flexibilitat i flexibilitat al mateix temps que resistència. No obstant, la seda és susceptible de degradar-se per l'acció de condicionants mediambientals ( contaminació, humitat i llum) pel que no seria adequada per a l'ús en el tractament d'objectes que requereixin un suport robust (Cole, 2007, pág. 33). En alguns casos però, s'escull la seda per proporcionar reforços i suport a teixits fràgils amb qualitats estètiques semblants.

Per exemple, en el tractament d'indumentària, per reforçar o reemplaçar àrees amb pèrdues i en el muntatge per a l'exposició.

La seda es pot imprimir amb tintes àcides sota condicions àcides, on les molècules de tinta formen enllaços iònics amb les fibres del polímer. També es pot imprimir amb tintes reactives sota condicions alcalines amb les que les molècules de tint formen enllaços covalents amb els polímers de la fibra, malgrat els àlcalis debiliten les fibres de seda.

La impressió de seda amb tintes pigment és menys comú perquè els aglutinants polimèrics de les tintes poden alterar les propietats físiques de mal·leabilitat dels teixits de seda molt fins tornant-los més rígids. Quan la preservació de les característiques físiques de la seda sigui una prioritat, caldrà triar tintes àcides en comptes de tintes reactives o tintes pigment.

## **El Polièster**

Les fibres de polièster es poden imprimir digitalment amb tintes inkjet disperses i tintes pigment.

El polièster es una polímer sintètic artificial en forma de filament. Aquesta fibra és extruïda com un monofilament; es pot fer servir en aquesta forma o tallada en fragments més petits i filada per formar un fil més gruixut (estam).

El grau de polimerització es troba entre 115 i 140 i els polímers s'uneixen en forma de filament majoritàriament gràcies a les forces de Van der Waals i en menor mesura a ponts d'hidrogen dèbils (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 114).

Els polímers es troben estretament alineats dins la fibra, proporcionant una estructura cristal·lina gairebé en el 85%, que atorga al polièster molt bona resistència a la tensió. Aquest és resistent a la degradació per UV degut a l'estabilitat proporcionada a l'arranjament dels seus electrons per la presència de l'anell de benzè en la seva estructura (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 115).

El polièster és una fibra difícil de tenyir. Aquesta és una fibra hidrofòbica degut a la falta de grups polars en la seva composició i la seva estructura majoritàriament cristal·lina, dificulta que les molècules de tint puguin entrar dins del sistema polimèric.

Les fibres de polièster es poden acolorir amb tintes disperses a alta temperatura que permet que les molècules de tint penetrin dins la fibra. A mesura que la fibra es refreda, les molècules queden atrapades en el sistema polimèric. Així mateix, es poden utilitzar tintes pigment que s'uniran a la superfície de la fibra per forces mecàniques gràcies als aglutinants de la seva composició.

Els conservadors-restauradors trien el polièster, principalment el Tetex® (Stabiltext®) ja que es tracta d'una tela transparent que presenta alta resistència a la tracció. El Tetex® o Stabiltext® s'aplica com a suport parcial o total en teixits delicats, proporcionant una estabilització de la peça i arribant a passar desapercebut quan l'elecció del color és la més pròxima a la peça a intervenir (Cole, 2007, pág. 35).

Les fibres de polièster, resisteixen l'encongiment degut a la seva estructura polimèrica altament cristal·lina i a la seva natura hidrofòbica.

## **El Niló**

Les fibres de niló es poden imprimir digitalment amb tintes *inkjet*: àcides i disperses i pigment.

El niló es un polímer artificial sintètic en forma de filament. Els dos tipus més comuns son el niló 6 (polimeritzat a partir de monòmers que contenen 6 àtoms de carboni) i el niló 6,6 (polimeritzat a partir de dos tipus diferents de monòmers que contenen 6 àtoms de carboni cadascun). Els polímers de niló s'uneixen per mitjà de ponts d'hidrogen i la seva estructura és majoritàriament cristal·lina (fins a un 85%), esdevenint molt forta i resistent. Les fibres de niló son relativament elàstiques degut a la configuració en forma de zig-zag de la seva estructura



polimèrica (Gohl & Vilensky, 1983, págs. 107,108). Els polímers de niló, son altament hidrofòbics, però acaben amb grups polars (amida) en ambdós extrems que poden atraure aigua i molècules polars de tint.

Els teixits de niló son escollits per els conservadors-restauradors principalment en forma de “tul de conservació”( *conservation net* <sup>22</sup> ) (Cole, 2007, pág. 36); aquesta s'utilitza normalment com a capa de superposició (es pot aplicar per l'anvers) per suportar i protegir teixits molt fràgils que es troben en exposició. S'utilitza freqüentment per cobrir i protegir tapisseries fràgils en cases històriques i es pot utilitzar per encapsular teixits plans (p.ex. banderes). L'estructura transparent del teixit, quan s'aconsegueix acolorir adequadament, causa una mínima disrupció en l'aparença de l'objecte.

La impressió digital del “tul de conservació” és possible malgrat és un tipus de teixit que no tenen en estoc els impressors i per tant hauria de ser subministrada per el conservador-restaurador.

La natura extremament hidrofòbica del niló incrementa la seva resistència en front al deteriorament causat per alguns factors ambientals però es manté susceptible a la radiació ultraviolada (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 108). Malgrat això, de la mateixa manera que la seda, és molt poc probable que el tul de niló es degradi més ràpidament que l'objecte sobre el que s'utilitzi per al seu tractament.

#### 5.4. Procés d'impressió

La teoria general de la coloració d'un teixit per mitjà de la impressió digital amb tintes *inkjet* amb base d'aigua és semblant a la de mitjans més familiars (Cole, 2007, pág. 37) com la tinció per immersió/saturació (*Exhaustion*) – mètode tradicional en la preparació de teixits de suport en la conservació-restauració de teixit- o la serigrafia – mètode aplicat en projectes de conservació-restauració per

---

<sup>22</sup> tul: és una tela reixada, teixida a partir d'un monofilament de niló 6 amb una estructura oberta de panel d'abella.

tal de reproduir teixits estampats -; la teoria tradicional del tenyit de teixits es veurà modificada, fent algunes adaptacions en les propietats químiques i físiques de les composicions de les tintes, com per exemple la reducció del nivell de salts (Hawkyard, 2006, pág. 204) que podrien fer malbé els capçals de les impressores. La diferència essencial amb els mètodes tradicionals es trobarà en el seu mètode d'aplicació sobre el teixit.

Les impressions sobre teixit, requeriran un seguit de passos de pretractament, impressió i acabats, que variaran en relació a cada tipus de tinta aplicada. Algunes tintes requereixen de l'aplicació d'additius sobre el substrat prèviament a la impressió. Una fase de fixació, segueix el procés d'impressió.

Podem diferenciar dos seqüències de treball : el treball elaborat per el conservador (adquisició i tractament de la imatge, elaboració de l'arxiu digital i selecció del suport i/o facilitar el mateix al impressor, prèviament rentat i encongít) i treball elaborat per l'impressor (impressió del teixit).

#### 5.4.1. Adquisició de la imatge i tractament digital

Aquest punt, en que el conservador elabora la imatge i arxiu que vol imprimir per després ser enviada a l'impressor per a la seva materialització sobre un suport, esdevé una de les parts més fonamentals del procés sense la qual la resta no es pot desenvolupar i que al mateix temps determinarà el resultat final.

En el punt 8 del treball *Del píxel a la fibra: com aconseguir una impressió digital*, es desenvolupa aquest punt, destacant totes les consideracions que el conservador-restaurador ha de tenir durant el procés d'elaboració d'una impressió tèxtil.

#### 5.4.2. Pretractament

El pretractament dels teixits (substrat) és indispensable per tal d'aconseguir una optima qualitat d'impressió de la imatge, definida per una bona intensitat de color, alta resistència (humitat, llum i fricció), control de la generació de les gotes i penetració i extensió del color (Tawiah, Howard, & Benjamin, 2016, pág. 2) .

Aquest procés de preparació del suport (el teixit), ve determinat pel fet que els compostos auxiliars tradicionals necessaris per aconseguir aquest bon resultat en la impressió de la imatge, com són la urea, àlcalis i inhibidors de la migració, no poden ser incorporats a les formulacions de les tintes (Hawkyard, 2006).

D'altra banda, cal tenir en compte que algunes tintes per impressió digital *inkjet* com són les reactives, generalment estan compostes per tints amb propietats de fixació moderades o baixes (generalment tints reactius monofuncionals) per tant, incrementar la fixació dels tints al substrat es converteix en obligatori, per raons tècniques, econòmiques i mediambientals (Tawiah, Howard, & Benjamin, 2016, pág. 4).

Per aquest motiu, molts dels substrats són pretractats (aplicació abans de la impressió) amb diferents tipus d'agents (productes químics d'origen natural i sintètic) que, amb les seves diverses propietats, aconseguixen incrementar l'absorció i la retenció de la tinta només en els llocs desitjats i evitar la migració de color ("*bleeding*") i el seu esvaïment ("*fading*") després del rentat.

#### 5.4.3. Impressió

La impressió de les imatges sobre el suport de teixit es pot dur a terme amb una varietat de formats d'impressores; algunes dirigides a les grans produccions industrials. En aquest treball farem referència a les impressores *inkjet* de format ample (*wide format digital inkjet printers*)<sup>23</sup>. En la impressió digital directe no existeixen per ara formats més petits d'impressora; els formats A3 que es troben en el mercat permeten imprimir tintes directes sobre paper que necessiten ser posteriorment traslladades al teixit.

Les impressores per impressió directe, apliquen tinta de colors sobre el suport tèxtil a mode de petites gotes projectades per els capçals d'impressió que es

---

<sup>23</sup> màquines que permeten la impressió de peces tèxtils d'un mínim de 120cm d'ample aproximadament (l'amplada total varia segons models). La llargada de les peces vindrà determinada per la peça de roba enrotllada en els suports d'entrada, per tant poden ser impressions de varis metres de llargada.

controlen digitalment, a través d'un software. Cada color es projecta per separat des del seu propi capçal i les tintes es barregen sobre el substrat seguint un esquema o matriu, que representa els píxels de la imatge en el monitor. La resolució d'impressió que presenten aquestes impressores acostuma a estar entre 360 i 720 ppp (punts per polzada) (Cahill, 2006, pág. 5). Les impressores més senzilles funcionen amb quatre colors (CMYK), però moltes ja incorporen més colors, incrementant així la possibilitat de combinacions i de qualitat de reproducció de la imatge.



*Imatge 18. Exemple d'impressora de gran format per impressió digital tèxtil. Model Mimaki Tx300P-1800B (Belt)*  
*Font: <http://www.interempresas.net/Graficas/Articulos/163096-Impresion-digital-para-la-industria-textil-de-la-mano-de-Mimaki.html> CeladaPrior\_568241\_1718\_18*

Les impressores *inkjet* de gran format varien enormement en cost i velocitats d'impressió, i existeix diversitat de productors entre ells Epson® i Mimaki®. Trobem les impressores d'alta velocitat, dissenyades per a una producció eficient dirigida a la producció en massa per a les indústries de la moda i el disseny d'interiors, i d'altres pensades per un mercat més petit que són més petites i amb una velocitat d'impressió més lenta, utilitzades comunament per la producció de mostres per a dissenyadors tèxtils; aquests últimes poden ser adequades per les aplicacions a conservació-restauració, que generalment seran produccions curtes o inclús úniques.

Inclús les impressores més simples del mercat requereixen de manteniment i de coneixements especialitzats per fer-les funcionar correctament. A més a més, el cost de les tintes, teixits i l'espai requerit per ubicar les impressores de gran format, converteixen l'adquisició d'una d'aquestes màquines en quelcom inabastable per el moment, per a la majoria de tallers de conservació-restauració de teixits (Cole, 2007, pág. 23). Per tant la producció de les impressions s'haurà d'externalitzar.

Le empreses dedicades a la impressió digital sobre teixit poden ser grans empreses especialitzades en la producció industrial en massa o be petits productors que tinguin només una o dues impressores. També es comencen a trobar aquest tipus d'impressores en escoles de disseny o facultats, que en ocasions poden prestar el servei (Cole, 2007, pág. 23). L'ús que es pot donar actualment a la impressió digital en un taller de conservació-restauració, no justifica l'adquisició i manteniment d'una d'aquestes impressores així com de l'elevat cost dels consumibles. En projectes de conservació es pot fer us de les empreses especialitzades, avui en dia fàcils de trobar a la xarxa.

#### 5.4.4. Fixació i acabat

La **fixació** juga un paper essencial en el procés d'impressió digital *inkjet*, per tal que la tinta quedi permanentment fixada al substrat i n'asseguri la permanència de la imatge.

El tipus de tinta que s'utilitzi en el procés d'impressió, determinarà el tipus de tractament d'acabat (o fixació) necessari per fixar la tinta sobre o a l'interior del substrat<sup>24</sup>. En general, el tipus de fixació més comú és l'aplicació de la vaporització (vapor d'aigua calent) o bé de calor seca i pressió. A la taula de la

---

<sup>24</sup> Els diferents tipus de tinta reaccionen física i químicament de maneres diferents en relació al suport; en termes generals, les tintes amb una base de tint penetraran a l'interior de les fibres unint-s'hi per mitjà d'enllaços químics, mentre que les tintes amb base pigment, restaran a la superfície de les fibres unint-s'hi per forces mecàniques.

imatge 21 pàgina 26 i a l'esquema de la pàgina 27 podem observar cada tipus de fixació en relació al tipus de fibra tèxtil i tipus de tinta aplicada.

En la majoria de tintes, després del procés de fixació, es requereix un **rentat** per tal d'assegurar la resistència de la coloració aplicada així com l'eliminació de restes de tint i capes de preparació que podrien migrar a altres àrees del teixit o a altres teixits durant el procés de rentat, així com per millorar les qualitats estètiques del teixit imprès.

### 5.5. Les tintes d'impressió

La classificació de les tintes *inkjet* per a impressió digital sobre teixit així com la determinació de la tipologia de fibres tèxtils per a les quals estan destinades es fa complexa, donats els canvis continus i la gran velocitat que pateix el sector, provocant que les classificacions i categoritzacions dels diversos autors siguin diverses i en alguns casos contradictòries.

La classificació que semblaria més clara és la que agrupa les tintes *inkjet* en dues grans categories: 1. per la composició de la seva **base** i 2. Per el tipus de **colorant** que conté.

- 1. **Composició de la base:** es refereix al medi a través del qual el colorant es troba dissolt o dispers i es aplicat sobre el substrat.
- 2. **El colorant:** es refereix al tipus de substància que aporta el color i que s'afegeix a la base; aquests poden ser colorants que es dissolen en la base (en el medi), anomenats **tints** que poden ser orgànics o polimèrics, com els tints reactius o els tints dispersos o colorants que queden dispersos en la base com els **pigments**.

A la imatge 19, que mostra totes les tintes *inkjet* existents el 1998, s'han destacat aquelles majoritàriament utilitzades en l'actualitat i que engloben la majoria de la producció de la impressió digital *inkjet* sobre teixit. De la mateixa manera, es pot observar com aquestes tintes corresponen amb les seleccionades per a la



recerca d'aquest treball (tintes amb base d'aigua que contenen essencialment tints orgànics sintètics o pigments).

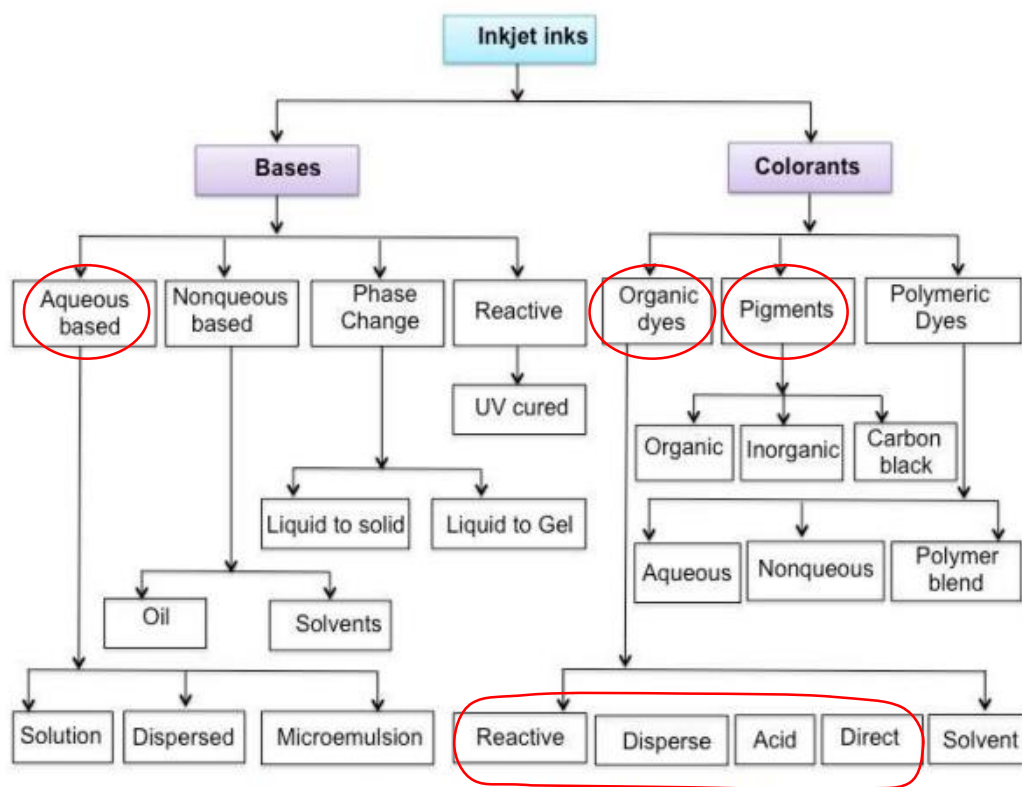


Figure 1: Classification of Inkjet Inks (Le 1998)

Imatge 19 Esquema il·lustratiu dels tipus de tinta inkjet segons el tipus de base i de colorant que les componen. Es destaquen els tipus de tinta tractats en aquest treball. Font: (Tawiah, Howard, & Benjamin, 2016) CeladaPrior\_568241\_1718\_19

Cal destacar que recentment la recerca per una producció més neta (menys contaminant) de la coloració de teixits per mitjà de la impressió, ha posat la seva atenció en la producció de tintes que disminueixi o erradiqui els residus, les emissions i redueixi l'energia consumida en la manufactura, així com l'erradicació dels compostos orgànics volàtils (VOCs) de les tintes (Tawiah, Howard, & Benjamin, 2016, pág. 5).

Actualment, s'ha trobat que les tintes amb base d'aigua – que centren aquesta recerca - acomplirien la majoria d'aquestes característiques, podent ser la solució als problemes de contaminació generats per la indústria tèxtil, particularment la tintorera. S'ha determinat que la producció de tintes amb base

d'aigua presenten una **reducció** substancial en (Tawiah, Howard, & Benjamin, 2016, pág. 5):

- El cost de producció,
- L'emissió de VOCs (en alguns casos representen la seva total erradicació)
- La contaminació atmosfèrica
- De contingut en solvents orgànics
- Del risc d'inflamació
- De la producció d'olors
- Del us de solvents orgànics en la neteja de la maquinària.
- Redueix problemes tècnics com l'obstrucció dels injectors (facilita la neteja).

Els criteris de sostenibilitat que representen les tintes amb base d'aigua aplicades amb impressió *inkjet* citats, representen un dels principals criteris d'elecció d'aquesta tècnica per la seva aplicació en el camp de la conservació i restauració de teixits on també cal valorar i minimitzar l'impacte ambiental de les actuacions dutes a terme.

#### Propietats de les tintes

Les tintes per impressió *inkjet* sobre teixit presenten una sèrie de propietats i elements importants que les caracteritzen. Tawiah et al (The chemistry of inkjet inks for digital textile printing - review., 2016, pág. 8) destaquen els més essencials:

- **Viscositat:** propietat que afecta al flux de tinta a través dels injectors així com en la grandària de la gota que aquests produeixen. Per controlar aquestes característiques s'afegeixen modificadors de la viscositat com el glicerol o la carboximetilcel·lulosa (entre d'altres).
- **Tensió superficial:** aquesta és una de les propietats més importants de les tintes *inkjet* per a aplicacions en teixits. S'ha suggerit que la tensió superficial és el factor primari en la correcta formació de les gotes de tinta

i de la seva expansió en contacte amb el substrat. S'afegeixen diversos surfactants<sup>25</sup> per controlar aquests factors.

En el procés de tenyit dels teixits, els surfactants ajuden a la penetració del tint a l'interior de les fibres de forma homogènia.

S'utilitzen per a dispersar suspensions aquoses de tints insolubles.

Típicament, un 1% o menys és suficient per disminuir la tensió superficial de les tintes.

- **Humectants:** s'utilitzen principalment per controlar o limitar l'evaporació de l'aigua i solvents de les tintes. Humectants com els glicols i alcohols actuen com agents higroscòpics, prenent la humitat ambient i evitant l'assecamment ràpid de les tintes i per tant l'obstrucció dels injectors.
- **Formació d'espuma i antiespumants:** la formació d'espuma i com a conseqüència la presència de bombolles en les tintes representa un problema sever.

Sovint s'observa espuma en tintes que contenen surfactants i polímers (la majoria de les tintes amb base d'aigua). Per contrarestar-ho s'afegeixen antiespumants que, per mitjà de la reducció de la tensió superficial en zones localitzades, permet un millor rendiment de les tintes. Aquests agents sovint estan basats en olis minerals (hidrocarburs).

- **Propietats dielèctriques i conductivitat:** la conductivitat de les tintes és un factor essencial per als sistemes d'impressió digitals. Aquests regulen l'emissió de tinta dels injectors de les impressores per els senyals de conductivitat elèctrica detectats per un sensor en contacte amb la tinta.

La capacitat de conductivitat elèctrica de les tintes s'obté amb l'addició d'agents de control com electròlits i surfactants iònics solubles en el medi de la tinta.

Petites variacions en la conductivitat pot afectar notablement el rendiment de les impressores.

---

<sup>25</sup> Els surfactants o tensioactius són substàncies com per exemple els detergents, que quan s'afegeixen a un líquid, redueixen la seva tensió superficial, incrementant les seves propietats de humectació i expansió.

- **pH i electròlits:** el valor de pH és important en les tintes amb base d'aigua, ja que aquest podria afectar la solubilitat de varis components i l'estabilitat dels pigments dispersos.

Per aquest motiu, algunes formulacions de tinta poden contenir *buffers* (solucions tampó) que fan que la tinta sigui menys vulnerable a les lleugeres variacions de la qualitat de l'aigua i dels elements que la componen.

Així mateix, la presència d'electròlits pot causar desestabilització durant l'emmagatzematge per tant, cal mantenir en nivells mínims la seva presència. Serà essencial un control de la qualitat i composició de l'aigua.

- **Estabilitat i emmagatzematge de les tintes:** totes les propietats de les tintes esmentades, s'han de mantenir estables durant un període perllongat en el temps ("Shelf life") que típicament és de dos anys a temperatura ambient (amb algunes excepcions). Una tinta estable és aquella en que totes les seves propietats es mantenen constants al llarg d'aquest període. Per aquest motiu, factors com l'embalatge en el que s'emmagatzemen seran essencials per mantenir-ne la qualitat; cal evitar embalatges que, entre d'altres, permetin l'intercanvi de molècules d'aigua amb l'exterior, evitant que les partícules higroscòpiques de les tintes l'absorbeixin i es modifiquin les seves qualitats.

Totes aquests elements s'han de veure reflectits en la formulació i composició de les tintes.

### ***Composició de les tintes***

Les tintes son el component més important en la impressió *inkjet*. La seva formulació (i per tant la seva composició) determinarà la qualitat de la imatge, la seva perdurabilitat així com aspectes tècnics en relació a l'emissió de la tinta en els injectors (Tawiah, Howard, & Benjamin, 2016, pág. 9).

El contingut de les tintes varia enormement depenent del tipus de colorant (tint o pigment), de la formulació de la base (composició de la base: aigua, oli,

dissolvent orgànic), el tipus d'impressora i el tipus de capçal d'injecció (tecnologia d'injecció) i el tipus d'assecat previst.

#### 5.5.1. Tintes amb base d'aigua. Composició i tipus.

Les tintes *inkjet* amb **base d'aigua** per a impressió digital tèxtil, que són el cas d'aquest treball, estan formulades per poder respondre als requeriments de cada substrat. No existeixen formulacions universals, sinó que aquestes depenen de les preferències de cada fabricant; trobarem semblances entre la composició de les tintes de diversos productors, que faran servir una formulació base, però cadascun presentarà les seves pròpies formules, generalment secretes. *La taula de la imatge 20 mostra una composició tipus d'una tinta inkjet per impressió digital sobre teixits amb base d'aigua.*

Table 1: General Composition of Water-Based Inkjet Inks(Le 1998)

Component	Function	Concentration (%)
Deionized water	Aqueous carrier medium	60 - 90
Water soluble solvents	Humectants, viscosity controller	5 - 30
Dye or pigment	Provides color (Chromophore)	1-10
Surfactant	Wetting agent, penetrating agent	0.1 - 10
Biocide	Prevents growth of biological organisms	0.05 – 1
Buffer	pH controller	0.1 – 0.5
Other additives	Chelating agent, binder, defoamer etc.	>1

*Imatge 20. Taula il·lustrativa de la composició general d'una tinta amb base aquosa. Font (Tawiah, Howard, & Benjamin, 2016, pág. 64) CeladaPrior\_568241\_1718\_20*

#### Classificació de les tintes inkjet amb base d'aigua per impressió digital tèxtil

Trobem bàsicament quatre tipus diferents de colorants que componen les tintes *inkjet* per a impressió de teixits amb base d'aigua: els tints reactius, els tints àcids, els tints disperses i els pigments ; aquests quatre tipus de colorants son en global els més utilitzats actualment dins la indústria de la impressió digital tèxtil i cadascun d'ells dóna nom a un tipus de tinta *inkjet* per impressió tèxtil : **tintes reactives, tintes àcides, tintes disperses i tintes pigment**. Cada tipologia de colorant presenta característiques singulars, sent capaços d'imprimir un tipus (o varis tipus) de fibres tèxtils.

S'ha esmentat anteriorment, en la classificació general de totes les tintes inkjet per impressió de teixits la dificultat per trobar una classificació clara i comuna entre els diversos autors, estudis i publicacions degut a l'evolució constant de la tecnologia mecànica i química al voltant d'aquesta tècnica; s'ha trobat que una de les classificacions més clares i complertes es fa a *The Chemistry of inkjet inks for digital textile Printing* (Tawiah, Howard, & Benjamin, 2016, pág. 66) que mostra a la taula de la imatge 21 un resum dels quatre colorants, el seu mode d'interacció amb les fibres tèxtils, les seves propietats de color i el mètode de fixació que requereixen.

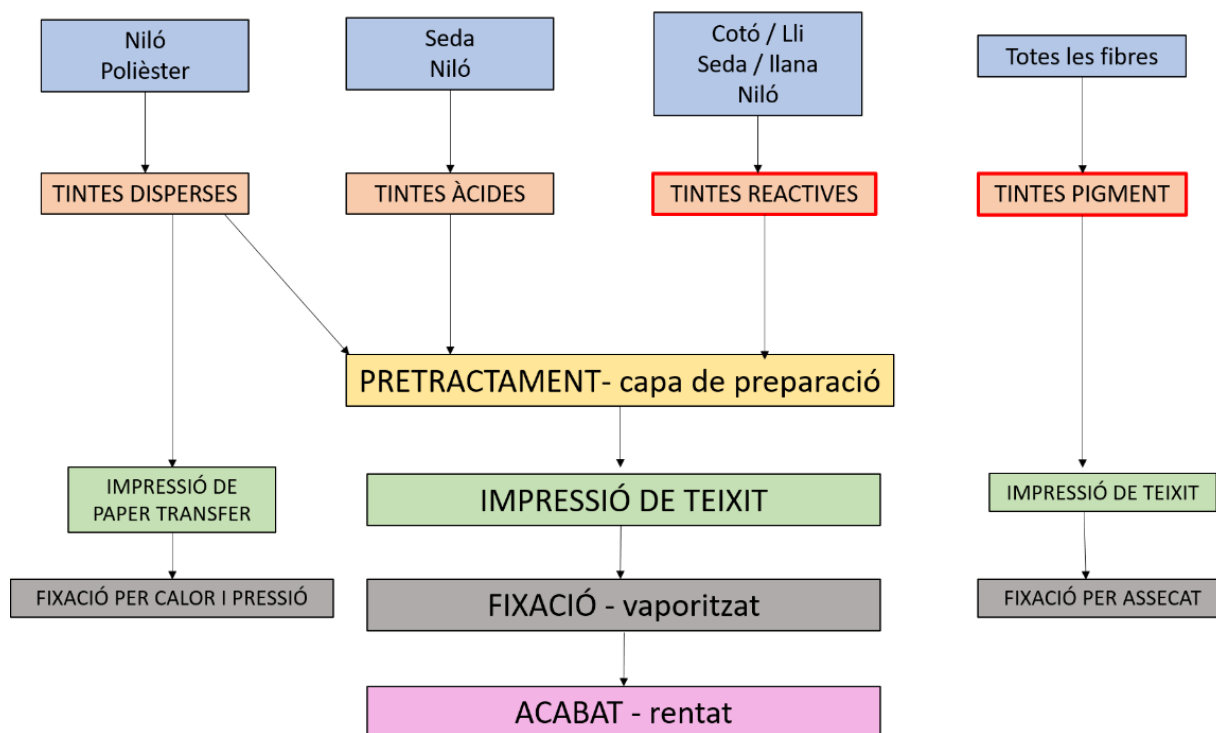
**Table 3: Digital Textiles Inkjet Printing Inks, Color Fiber-Interaction and Finishing Techniques**

Colorant	Fiber Type	Color Fiber-Interaction	Coloristic Properties	Fixation	Reference
Pigment	All fibers	No interaction – complex surface polymer (binder) bonding mechanism	Good washing fastness Excellent light fastness, good rubbing fastness depending on binder content	Oven curing at 160-180°C for 30-90 seconds	(King 2013, Schulz 2002)
Reactive dye	Cotton, silk and wool, linen	Covalent fiber bonding	Bright colors, excellent washing fastness, excellent rubbing fastness poor light fastness	Steaming for 90-120 °C for 8-30minute depending on steamer type, washing and drying	(Lewis 2011, Stempien et al. 2016, Yang and Naarani 2007, Soleimani-Gorgani, Najafi and Karami 2015)
Disperse dye	Polyester	Hydrophobic- solid state mechanism	Excellent light, washing and rubbing fastness, bright colors	Transfer press or “thermosoled” or oven cured depending on type of disperse ink	(Niaounakis 2015a, Noppakundilokrat et al. 2010)
Acid dye	Nylon, silk, wool, leather	Electrostatic and hydrogen bonding with fiber	Bright colors, excellent light fastness, good washing and rubbing fastness	Steaming for 20-60minutes depending on steamer type at 20-120 °C depending on shade and fiber type, washing and drying (except leathers)	(Campbell 2008, Hawkins 2003),(Niaounakis 2015a)

Imatge 21. Taula il·lustrativa dels quatre tipus de tintes inkjet amb base d'aigua, el tipus de substrats que accepten i els procediments de fixació. Font: (Tawiah, Howard, & Benjamin, 2016, pág. 66) CeladaPrior\_568241\_1718\_21



ESQUEMA DE PRODUCCIÓ DE LES IMPRESSIONS DIGITALS TÈXTILS AMB TINTES INKJET AMB BASE D'AIGUA



## TINTES REACTIVES

Les tintes *inkjet* reactives es poden aplicar a substrats de fibres de cotó, lli, seda, llana i niló.

Les fibres que més fàcilment s'acoleixen per mitjà dels tints reactius són les fibres cel·lulòsiques naturals i artificials, el niló sintètic i les fibres proteiques naturals.

Les tintes reactives són solucions aquoses fetes a partir de tints reactius i additius, incloent solvents amb base d'aigua i surfactants per tal de controlar l'absorció de les tintes en el substrat.

Aquest tipus de tint pren el seu nom de la seva estructura química; les seves molècules reaccionen químicament amb els polímers que configuren algunes fibres, formant enllaços covalents entre el tint i la molècula del polímer de la

fibra, quan s'apliquen sota condicions alcalines (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 152). Les molècules de tints reactius contenen un component colorant i un grup reactiu. Els components colorants de les molècules dels tints reactius son compostos aromàtics units al grup reactiu per un grup pont. El grup reactiu és capaç de formar un o més enllaços covalents amb els polímers de les fibres (Cole, 2007, pág. 39).

En la reacció amb la cel·lulosa, es requereix l'addició d'un àlcali per tal de formar un anió en el polímer de cel·lulosa. El grup reactiu de la molècula de tint forma un enllaç covalent amb el anió de cel·lulosa. Això succeeix a alguns dels grups hidroxil del polímer de cel·lulosa (Cole, 2007, pág. 39). Quan s'aplica sobre seda, el grup reactiu forma un enllaç covalent amb el grup funcional de la fibra proteica. Els grups amina són els més comuns (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 154).

Les dimensions de la molècula de tint influeix en la brillantor del color que dona, com més petita és la molècula, més brillant serà el color. Les molècules dels tints reactius generalment són petites i produeixen colors brillants en les impressions (Cole, 2007, pág. 40).

### ***Pretractament***

El component alcalí necessari en el procés de coloració de les fibres per mitjà dels tints reactius, s'incorpora com a pretractament en el substrat (teixit) juntament amb espessidor i altres additius. Aquesta capa (*coating*) de líquid viscos, s'aplica sobre el teixit per mitjà d'un procés d'impregnació del teixit anomenat fulardatge<sup>26</sup> (*pad-bach*). Un cop seca, la capa absorbent i homogènia, evita que els punts de tinta s'expandeixin quan impacten sobre el substrat durant la seva aplicació.

---

<sup>26</sup> Impregnació d'un substrat amb un líquid o pasta seguit d'un espremut, normalment passant el substrat a través d'una calandra per tal de deixar una quantitat específica. Definició estreta de : <http://diccionario.raing.es/es/lema/foulardado>

\*\*\*Aquest procés serà el mateix per a totes aquells processos d'impressió que requereixin de l'aplicació d'una capa de preparació.

Les receptes exactes dels recobriments són secretament guardades per els fabricants; així mateix, aquestes capes de preparació dependran de la fibra tèxtil a imprimir. Trobem però que un recobriment tipus per a impressió *inkjet* amb tintes reactives es composaria de (Hawkyard, 2006, pág. 41):

*Per impressió de fibres cel·lulòsiques:*

- Alginat de sodi: actua com a espessidor (NOTA AL PEU: polisacàrid aniónic derivat d'algues marines brunes. Comercialment és també un additiu alimentari E-401).
- Urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  : absorbeix les gotes de tinta i reté l'aigua durant el procés de vaporitzat (fixació mitjançant vapor d'aigua).
- Carbonat de sodi ( $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ ) : eleva el pH de la mescla; proporciona les condicions alcalines necessàries per que es produeixin les reaccions entre les molècules del tint i del polímer de la fibra.

*Per impressió de fibres proteiques:*

- Substitució del Carbonat de sodi ( $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ ) per Bicarbonat de sodi ( $\text{NaHCO}_3$ ) (Hawkyard, 2006, pág. 213).

### **Acabats/fixació**

Posteriorment a la impressió, les tintes reactives necessiten d'un procés de fixació.

Un cop impreses i seques, aquestes es fixen amb vapor d'aigua a pressió atmosfèrica al just per sobre dels  $100^\circ\text{C}$  (Hawkyard, 2006, pág. 213). Aquest proporciona l'aigua i l'elevada temperatura, els dos elements necessaris per a que es produeixi una migració efectiva de les molècules de tint a l'interior del sistema polimèric de les fibres, produint-se en aquest moment la reacció entre les molècules del tint i de la fibra.

Durant aquest procés, els espessidors i els agents higroscòpics de les tintes absorbeixen l'aigua que es condensa sobre la superfície. Els tintes i els productes químics es dissolen, formant uns colorants extremadament concentrats a

l'interior de la capa de preparació (o pretractament); aquesta alta concentració de colorant, permet una fixació molt més ràpida que en els processos de tinció per saturació (*exhaustion*) (Hawkyard, 2006, pág. 213).

Les condicions alcalines que ha proporcionat la preparació, en contacte amb el vapor d'aigua, inflen les fibres de cel·lulosa, permetent que el tint penetri al seu interior.

Gran quantitat d'aquesta pasta es dissol durant el procés de vaporització, però cal rentar els teixits impresos un cop finalitzat el procés de fixació per tal d'assegurar l'eliminació de tot tipus de residus i de molècules de tint hidrolitzades durant el procés abans del seu us. Donat que els processos de fixació i acabat comporten el rentat i les altes temperatures, existeix la possibilitat de que el substrat (el teixit) pateixi encongiment. Aquest fet és evidentment indesitjable, ja que podria afectar al resultat final de la imatge obtinguda, per tant cal prendre mesures per evitar-ho. Proporcionar el teixit prèviament encongit a l'impressor podria ser una solució a aquest problema. A les conclusions d'aquest apartat, es detalla aquets procés.

### ***Resistència al rentat i a la llum***

La resistència a la llum del teixit imprès és la mesura de la seva resistència a la degradació causada per la llum; així mateix, la resistència al rentat és la mesura de la resistència que presenta als tractaments humits.

Pel que fa a la resistència al rentat, un cop els teixits impresos amb tintes reactives es renten com a procés d'acabat de la peça, i s'eliminen les possibles partícules de tint sobrants que es mantenen a la superfície, els tints units a les fibres tèxtils presentarien una elevada resistència al rentat/ tractaments humits, gràcies a la força dels enllaços covalents formats entre les molècules de tint i la fibra. En el cas que el procés de rentat hagi estat pobre al finalitzar la producció, es pot trobar que el teixit desprengui coloració durant les primeres rentades;

aquest tint podria migrar a altres teixits. El rentat del teixit imprès per part del conservador-restaurador, minimitzaria aquest risc.

En relació a la resistència a l'acció de la llum de les tintes reactives, aquesta varia en funció dels diversos colors; uns seran millors que els altres depenent de la resistència de la seva estructura molecular als efectes de deteriorament provocats per la radiació ultraviolada (principalment). La residència a la llum de les tintes reactives aplicades a substrats tèxtils es pot mesurar amb una escala de 1 a 8, on 1 indicaria la menor resistència i 8 indicaria la resistència més elevada (Cole, 2007, pág. 43). En general, i segons la bibliografia consultada (Kobayashi, 2006, pág. 110) aquestes tintes tindrien un nivell de resistència a la llum moderat (al voltant de 3-4 en l'escala de residència a la llum de 1 a 8) quan son impreses sobre cotó i seda.

## TINTES ÀCIDES

Les tintes *inkjet* àcides es poden aplicar a substrats de fibres de: seda, llana i niló (Hawkyard, 2006, pág. 205).

Les tintes àcides son una solució aquosa de tints àcids i additius que pot incloure surfactants i altres soluts solubles en aigua per controlar la velocitat d'absorció de les tintes. Les molècules de tints àcids que contenen les tintes son aniónics i tenen substantivitat <sup>27</sup>per les fibres tèxtils en condicions àcides.

Es formen enllaços iònics entre la molècula àcida de tint i els grups funcionals del polímer de seda, llana o amb els extrems amina del polímer de niló. Ions de Hidrogen proporcionats per un entorn àcid, s'uneixen als polímers de les fibres, atorgant-les-hi una càrrega positiva. Les molècules de tint carregades negativament, seran atretes per les fibres, amb les que es formaran enllaços iònics.

---

<sup>27</sup> (<https://www.merriam-webster.com/dictionary/substantivity>) : La atracció entre una substància (com un tint) en solució i una fibra.

### ***Pretractament***

Les condicions àcides necessàries per la formació dels enllaços iònics entre les molècules de tint i les fibres, es proporcionen per mitjà de la capa de preparació aplicada prèviament al teixit.

Una capa de preparació tipus per a la impressió de seda, llana i niló amb tintes àcides contindria (Hawkyard, 2006, pág. 210):

- Goma Guar: actua com a espessidor.
- Urea : absorbeix les gotes de tinta i reté l'aigua durant el procés de vaporitzat (procés de fixació amb vapor d'aigua).
- Tartrat d'amoni: disminueix el pH de la pasta <sup>28</sup>

Aquesta capa de preparació també proporciona un cert grau de rigidesa al teixit que contribueix a prevenir distorsions en l'estructura dels teixits molt primos o transparents (com la seda), durant el recorregut a l'interior de la impressora (Cole, 2007, pág. 45).

### ***Acabats/fixació***

Posteriorment a la impressió, la coloració es deixa assecar i posteriorment es fixa amb vapor d'aigua, seguint una paràmetres similars als aplicats en les tintes reactives, a pressió atmosfèrica i just per sobre dels 100°C (Hawkyard, 2006, pág. 213).

De la mateixa manera que amb les tintes reactives, la capa de preparació absorbeix aigua del vapor d'aigua, permetent la migració dels tints i additius a l'interior del sistema polimèric de la fibra. L'augment de temperatura proporcionat per el vapor, excita les molècules de tint i contribueix a la seva migració.

És necessari el rentat del teixit imprès per tal d'eliminar la presència de les molècules de tint que no han reaccionat durant el procés així com dels

---

<sup>28</sup> El tartrat d'amoni és un àcid latent, que es descompon alliberant amoníac.



additius del substrat. Les tintes àcides requereixen un rentat en aigua freda per tal de reduir les possibilitats de migració de partícules soltes de tint cap a àrees no impreses del teixit.

### ***Resistència a la llum i al rentat***

Els tintes àcids es caracteritzen per les seves propietats d'anivellació<sup>29</sup>. Els tintes àcids que s'utilitzen per la tinció per immersió, requereixen tenir alts nivells d'anivellació per tal que la tinció esdevingui uniforme. En el cas de les tintes àcides per impressió *inkjet*, es requereix el contrari, nivells molt baixos d'anivellació i nivells molt alts de substantivitat per la fibra tèxtil, de manera que es redueixi el destenyit durant els processos de fixat amb vapor i de posterior rentat (Cole, 2007, pág. 45).

Les qualificacions en relació a la resistència al rentat que es donen a la bibliografia, situen aquest tipus de tinta entre 1 i 5 (escala de 1 a 5), amb variabilitat entre els diversos colors; per tant podríem dir que presenten una resistència mitjana. Pel que fa a la resistència a la llum, presenten molta variabilitat segons els diversos colors, situant-los en una qualificació entre 3 i 7 (escala de 1 a 8) (Kobayashi, 2006, pág. 112).

Aquestes dades ens poden indicar la possibilitat de gran variació en el color de la impressió si aquesta es sotmet a tractaments humits (rentat) o és exposada a elevats nivells d'il·luminació.

## **TINTES DISPERSES**

Les tintes *inkjet* disperses es poden aplicar a substrats de fibres de: polièster i niló.

Les tintes disperses contenen molècules de tint disperses en aigua amb l'addició d'agents tensioactius. Les molècules de tintes dispersos tenen una

---

<sup>29</sup> La capacitat de migrar d'un emplaçament a un altre en el substrat.

molt baixa solubilitat i tenen afinitat per les fibres hidrofòbiques, com el polièster i el niló. Aquest tipus de tintes no formen enllaços covalents ni enllaços iònics; les tintes disperses es mantenen unides als sistemes polimèrics de les fibres hidrofòbiques per mitjà de forces de *Van der Waals*.

Les tintes *inkjet* disperses poden ser aplicades per mitjà de dos mètodes:

- Impressió directa (en la que es centra aquest treball), per a la que el substrat rep una capa de preparació, s'imprimeix i es fixa posteriorment.
- Impressió per transferència (també anomenada sublimació), en la que la impressió es realitza sobre un paper de transferència que posteriorment s'emplaça sobre el teixit i se li aplica pressió i altes temperatures. Les molècules de tint sostingudes per el paper, migren al teixit per un procés de sublimació<sup>30</sup>. Les tintes disperses que s'apliquen a la impressió per transferència, acostumen a presentar un pes molecular més reduït que les tintes d'aplicació directa, facilitant-ne la sublimació. Aquest tipus d'impressió no requereix tractaments ni additius posteriors<sup>31</sup>.

### ***Pretractament***

Els teixits impresos per mitjà de les tintes *inkjet* disperses per mitjà d'una aplicació directa, a diferència dels impresos per sublimació, necessiten de l'aplicació d'una capa de preparació que s'aplica per fulardatge.

El principal component d'una capa de preparació tipus és (Hawkyard, 2006, pág. 212):

- Alginat de sodi: actua com a espessidor i contribueix a mantenir la tinta en el substrat fins al procés de fixació.

---

<sup>30</sup> La sublimació o vaporització és la transició d'una substància d'estat sòlid a estat gasós.

<sup>31</sup> El mètode d'impressió per sublimació, també es pot aconseguir per mitjà d'impressores/aplicacions de sobretaula.

### ***Acabats/fixació***

Un cop el teixit és imprès (aplicació directa), cal sotmetre la impressió a altes temperatures per a que es produeixi una migració efectiva de les molècules de tinta dispersa a l'interior del sistema polimèric de les fibres.

Els teixits impresos (el més generalitzat en el seu ús el polièster), es vaporitzen amb vapor d'aigua a temperatures de fins a 180°C. Amb aquesta acció, el sistema polimèric de les fibres s'infla suficientment per permetre l'entrada de les molècules de tint, les quals queden atrapades al seu interior quan aquestes es refreden<sup>32</sup>.

Els teixits impresos per la via directa, necessiten ser sotmesos a un rentat per tal d'eliminar els residus generats per la capa de preparació.

Els substrats de polièster, d'una forma generalitzada, no presenten problemes d'encongiment, però l'estructura dels teixits molt fins que s'apliquen a tractaments de conservació-restauració com el Tetex TR® es pot distorsionar fàcilment per la manipulació donada durant el procés.

### ***Resistència al rentat i a la llum***

Els teixits de polièster impresos amb tints dispersos d'aplicació directa tenen una alta resistència al rentat ja que un cop les molècules de tint queden atrapades dins l'estructura polimèrica altament cristal·lina, la seva extracció resulta molt complicada, requerint d'elevades temperatures (similars a les del procés de fixació).

El niló per la seva banda, teòricament hauria de presentar una resistència semblant al polièster, però la seva estructura és suficientment hidròfila

---

<sup>32</sup> En el cas de la impressió per sublimació, un procés semblant ocorre quan el paper imprès es sotmet a una premsa calenta que aplica una temperatura semblant a la de la vaporització, provocant la sublimació de les molècules de tinta i la penetració d'aquestes als sistemes polimèrics de les fibres.

per absorbir una certa quantitat d'aigua (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 112). Aquesta particularitat podria afectar a la seva resistència al rentat.

La resistència al rentat de les tintes disperses es podria veure afectada per el mètode d'aplicació d'aquestes sobre el teixit, aplicació directa o per sublimació. El menor pes molecular de les tintes d'aplicació per sublimació, podrien presentar una unió més dèbil amb els polímers de polièster i niló que les molècules de major pes molecular usades en la impressió directa (Hawkyard, 2006, pág. 205). La força dels enllaços per forces de *Van der Waals* entre el tint i la fibra es proporcional a l'àrea de contacte.

La natura hidrofòbica de les molècules de tinta dispersa contribuiria a resistir la degradació per l'acció mediambiental provocada per l'exposició a la humitat i l'aigua. Pel que fa a la resistència vers l'acció de la llum de les tintes disperses, de forma generalitzada, es pot considerar molt alta quan aquestes s'apliquen sobre polièster, disminuint la seva resistència quan s'apliquen sobre niló.

## **TINTES PIGMENT**

Les tintes *inkjet* pigment es poden aplicar sobre tots els substrats.

Les tintes pigment presenten uns colors menys brillants en comparació als colors oferts per els altres tipus de tintes descrites anteriorment.

Els principals components de les tintes pigment son una dispersió de pigment i lligants polimèrics. Altres additius inclouen aigua, cosolvents i surfactants, que contribueixen a regular la viscositat de la tinta i la seva habilitat per mullar el substrat (Fu, 2006, pág. 221).

Les partícules de les tintes pigment, a diferència dels altres tipus de tinta amb composició a base de tint, i referint-nos a la forma més generalitzada<sup>33</sup> s'uneixen amb les fibres del suport gràcies a forces físiques en comptes d'enllaços químics. El lligant polimèric present en la composició de la pròpia tinta s'estén per l'estructura del substrat, on al assecar-se adhereix les partícules de pigment a la superfície del teixit. Els lligants utilitzats són polímers amb una baixa *temperatura de transició vítria* (Tg) (Fu, 2006, pág. 221).

Tot i que segons la teoria d'impressió trobada descriu que donada la composició d'aquest tipus de tinta, no es requereix cap tipus de preparació prèvia del teixit ja que els elements necessaris per a l'adhesió del colorant a la tela ja es troben a la pròpia tinta, a la pràctica veiem que tal com citen alguns fabricants com Printtex®, on s'ha realitzat una de les impressions per aquest treball, si s'apliquen productes sobre el teixit prèviament a la seva impressió, per tal de millorar l'aparença.

Les tintes pigment, no estan lligades a la utilització de substrats específics de la mateixa manera que la resta de tintes; aquesta tinta pot ser aplicada sobre teixits amb diverses textures de lligaments o acabats.

Ruixar la tinta en forma de diminutes gotes permet una cobertura efectiva sense obstruir la superfície del substrat, fet que pot passar amb l'aplicació de les pastes (tintes espesses) de pigment que s'apliquen en el procés d'estampació de la serigrafia. Tot i això, un cert grau de rigidesa és inevitable, sent menys perceptible sobre teixits gruixuts com el cotó o el lli, on l'aportació de rigidesa no modifica notablement les característiques naturals del teixit com podria passar amb una *crepelina* de seda.

---

<sup>33</sup> Existeixen excepcions en que determinats lligants requereixen d'una capa de preparació del teixit que en alguns casos contindria sals metàl·liques com el nitrat de magnesi (Hawkyard, 2006, pág. 212).

### ***Acabat/fixació***

Les impressions fetes amb tintes pigment es fixen sotmetent-les a calor seca mitjançant una premsa de calor o bé assecant-les en un forn.

La quantitat de temperatura necessària depèn de la Tg (temperatura de transició vítria) del lligant fet servir. Les temperatures requerides poden arribar als 200°C (Fu, 2006, pág. 230). L'aplicació d'alta temperatura permet que el lligant s'estovi i formi una pel·lícula sobre la superfície del teixit.

La unió de les partícules de pigment amb les fibres del teixit es dona principalment per una acció mecànica, però es poden produir lligaments creuats entre els grups hidroxil de la cel·lulosa de les fibres del teixit i els polímers d'alguns lligants.

El rentat després de la impressió es un procés que no s'acostuma a fer per els impressors, però es recomana per tal de millorar l'aparença i textura del teixit imprès i assegurar-ne l'eliminació de partícules i elements de la impressió abans de fer servir la tela en un tractament de conservació.

El rentat post-producció, podria induir l'encongiment del teixit; fet que caldrà tenir en compte en l'afectació de la qualitat de la imatge obtinguda.

### ***Resistència al rentat i a la llum***

Les tintes pigment resulten molt residents a l'acció dels tractaments humits i a l'aigua, gràcies a la inclusió de lligants sintètics en la formulació de les tintes.

Pel que fa a la resistència a la llum, semblaria que és superior a la de les tintes *inkjet* amb base de tint.



## Conclusions i recomanacions

- Cal tenir en compte el factor d'encongiment dels teixits naturals en relació al tipus de tinta triada per imprimir.
- En el cas de seleccionar un teixit d'estoc del fabricant i una tinta d'impressió amb base de tint (reactives, àcides o disperses), es aconsellable contactar l'impressor i esbrinar quin percentatge d'encongiment s'espera per a una determinada tela. Amb aquesta informació serà possible modificar la imatge digital, per tal d'adaptar-ne les dimensions i així compensar la disminució durant el procés d'impressió. Si es disposa d'una mostra del teixit, es poden fer proves per esbrinar-ne l'encongiment.
- Proporcionar a l'impressor el teixit a imprimir, prèviament rentat i per tant encongint, podria evitar haver de confrontar els problemes de distorsió que pot comportar l'encongiment del teixit durant o posteriorment a la impressió de la imatge i per tant la modificació i adaptació de la imatge en format digital abans de la impressió. En el cas de la impressió amb tintes amb base de tint, l'impressor haurà de condicionar el teixit proporcionat. Cal tenir en compte que no tots els impressors disposen de les instal·lacions/maquinària necessària per dur a terme aquest procés.<sup>34</sup>
- Un cop el teixit ha estat impresa i es troba en mans del conservador-restaurador, es aconsellable que aquesta es renti de nou, per assegurar que esdevingui completament neta i lliure de productes i contaminants. Així mateix, aquesta acció permet realinear el teixit si és necessari.
- Caldrà tenir en compte que la roba pot patir encongiment durant aquest rentat post-producció, per tant caldrà contemplar aquest factor i redimensionar la imatge en relació a aquesta reducció del substrat. Consultar amb l'impressor i, si és possible, testar els teixits de substrat a imprimir pot permetre i predir possibles problemes d'encongiment. Si el productor/impressor no disposa d'aquesta

---

<sup>34</sup> Aquest procés també pot estar limitat per condicions de mínims de metratge en les comandes i per l'encariment del preu de producció.

informació o es vol fer una doble comprovació, es pot testar una mostra del teixit de forma simple; Submergir en aigua en ebullició el fragment de teixit i mantenir-lo durant almenys 10 minuts, per tal de simular els efectes de la fixació per vapor d'aigua (Cole, 2007, pág. 42).

- A.Cole (Cole, 2007, pág. 52), proposa l'asseccament sota tensió dels teixits un cop rentats, en els casos en que l'encongiment es produiria durant la post-producció; Aquest seria un tractament efectiu per alinear l'estructura d'un teixit però inefectiu en aquest cas, per aconseguir l'estabilitat desitjada en relació als canvis de dimensions del teixit utilitzat en un tractament de conservació. Aquesta és una tècnica que proporciona una solució temporal; davant d'un tractament humit dut a terme posteriorment o un accident que impliqués aigua calenta (p.ex. pèrdua d'aigua d'una canonada o inundació), les fibres reaccionarien patint encongiment i potencialment tensions en la peça original.

## 6. Del píxel a la fibra: Com aconseguir una impressió digital sobre teixit per la seva aplicació a tractaments de conservació i restauració

En el procés d'obtenció d'una imatge impresa sobre teixit per mitjans digitals, són varis els processos que cal dur a terme, i molts els factors a tenir en compte, que afectaran de forma directa el resultat obtingut.

La creació de la imatge - i per tant de l'arxiu digital que conté la informació necessària per a que l'impressor pugui imprimir la imatge sobre el suport - esdevé un punt essencial i crític en aquesta seqüència de producció, sent possiblement la causant de més preocupació i rebuig en alguns professionals, donat el requeriment d'utilització de mitjans informàtics – software de retoc i creació d'imatge - que sovint, i encara avui, es troben lluny de la practica professional de la conservació-restauració.

No obstant, malgrat la resta de passos a seguir – com l'elecció del suport - són ,en primera instància, més simples i menys inquietants, se n'ha d'evitar el menyspreu i caldrà tenir en compte les especificacions concretes , ja que d'igual manera condicionaran de forma directa els resultats obtinguts.

Qualsevol de les accions que cal dur a terme durant aquest procés de producció, requeririen d'un treball de recerca exclusiu que permetés desenvolupar amb deteniment tots els aspectes necessaris a tenir en compte - que poden afectar en els resultats obtinguts en el procés- , resultant en la producció de manuals i protocols de consulta. Tots els processos involucrats en la producció d'un teixit imprès digitalment són complexes i variables; són molts i diversos els factors que els determinen i que en el cas concret de l'aplicació d'aquestes impressions a l'àmbit de la conservació-restauració, no només es trobaran determinants de la pròpia tècnica, sinó també per la interacció amb aquest camp i els seus criteris professionals.

A partir de l'experiència adquirida durant la realització d'aquesta recerca - a nivell teòric i pràctic – s'elabora un seguit d'indicacions pràctiques per tal de procedir en l'elaboració d'una impressió sobre teixit amb mitjans digitals.

Com s'ha esmentat, l'elaboració d'un manual o protocol exhaustiu que indiqui quines accions prendre per resoldre totes les variables existents, no ha estat possible, ja que l'extensió requerida necessitaria d'un projecte propi. Processos determinats, com la creació de la imatge digital, es determinen i són dependents del coneixement i familiaritat del conservador amb el us de software específics. El coneixement del funcionament de software per retoc i creació d'imatge requereix d'una formació específica que permeti el us de tots els recursos que aquest tipus de programes ofereix i com aplicar-los per solucionar problemes concrets <sup>35</sup>. Així mateix, la presència d'elevat nombre de recursos didàctics a la xarxa o l'accés a la col·laboració amb professionals més versats en aquestes aplicacions digitals, va determinar com innecessari convertir aquesta secció de la recerca en una transcripció d'un manual d'usuari propi de cada software específic – tasca d'altra banda inabastable -.

El coneixement òptim de tot el procés de producció d'una impressió digital sobre teixits, així com el domini i perfeccionament dels resultats, requereixen d'un aprofundiment en els coneixements de totes les tècniques i materials implicats en el procés i una familiarització amb la tècnica. Tot i això, la tècnica es pot dur a terme amb uns coneixements bàsics, tenint en compte i aplicant certs paràmetres que poden contribuir a aconseguir un resultat satisfactori. Les empreses dedicades a la impressió digital tèxtil, en la seva majoria ofereixen plataformes web dissenyades de forma molt intuïtiva, fent que el procés de comanda de la impressió sigui entenedor i fàcil.

Així doncs, es pretén destacar aquells factors claus a tenir en compte en cada fase de la producció i aportar indicacions sobre el procés a seguir per tal d'arribar

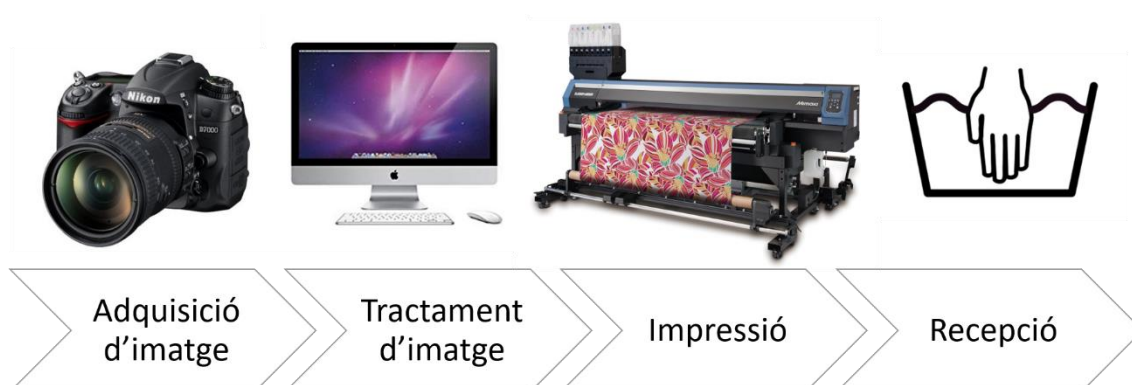
---

<sup>35</sup> Existeixen diversos software de tractament, retoc i creació d'imatge, tant d'accés lliure com amb llicències; tot i que presenten prestacions similars i interfases aproximades, presenten moltes variacions en el nombre i utilització de les diverses eines que ofereixen.

a un resultat satisfactori, prenent com a referència l'experiència i resultats d'aquest treball ha aportat.

### 6.1. Indicacions generals.

Analitzant tot el procés de producció per aconseguir una imatge impresa sobre teixit que ens permeti la seva aplicació a tractaments de conservació s'ha establert que, aquest es pot dividir en quatre passos generals: la captura de la imatge, el tractament de la imatge, la impressió i la recepció de la impressió. Aquests a la vegada es subdividiran en múltiples accions.



*Imatge 22. Esquema il·lustratiu del procés de creació d'una impressió digital. CeladaPrior\_568241\_1718\_22*

Prèviament a l'inici del projecte d'impressió, caldrà elaborar una planificació amb la presa de decisions fonamentals que marcaran el curs de treball a seguir. Aquesta planificació no es basa en conceptes en un ordre lineal, sinó que tot el procés estarà interconnectat i per tant les decisions tampoc es poden prendre en ordre seqüencial.



Es proposen una relació de preguntes que poden ajudar a aquesta planificació i a tenir en compte tots els elements que seran necessaris per dur-lo a terme:

- ☑ **Quin és el tipus d'aplicació que es farà de la impressió? I quin tipus d'imatge es vol crear?:** La presa de decisió sobre el propòsit del tractament a realitzar i el tipus d'imatge a aconseguir, determinarà la captura i processament de la imatge.
- ☑ **Sobre quin suport s'escollirà per la impressió?:** La tria del suport (teixit) de la impressió determinarà el tipus de tinta i empresa d'impressió requerits i l'efecte final obtingut.
- ☑ **Quin tipus de tinta s'escollirà?:** Existeix una estreta relació entre les fibres tèxtils i el tipus de tinta amb que es poden imprimir. De la mateixa manera els impressors s'especialitzen, treballant amb tintes determinades – i per tant amb els suports adequats per aquestes tintes.
- ☑ **A quina empresa s'adjudicarà el treball d'impressió?:** Multitud de paràmetres<sup>36</sup> dependran directament de l'impressor. L'adjudicació de la realització del projecte haurà de precedir la resta de decisions; permetrà l'obtenció d'informació i paràmetres requerits per l'impressor per un treball òptim.

### **Preparació de material**

La realització d'una impressió digital sobre teixit no requerirà de grans quantitats de material, però serà necessari disposar o tenir a l'abast un seguit d'eines, essencialment per dur a terme els dos passos inicials <sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> com la qualitat de la imatge obtinguda, el tipus i resistència de les tintes, el tipus de suports disponibles en estoc, l'acceptació de teixit aportat per el client, metratge mínim, realització de proves i formats d'arxius

<sup>37</sup> Assumint que aquest procés es dugui a terme per un professional de la conservació-restauració, s'han destacat només aquells materials indispensables per a la creació de la imatge i l'arxiu a imprimir; altres materials possiblement necessaris durant el procés són eines comuns en els tallers de conservació-restauració de teixit.



Captura de la imatge	<b>Càmera fotogràfica digital:</b> idealment d'òptica reflex i amb alta resolució fotogràfica / <b>Escàner:</b> de sobretaula (pla) <sup>38</sup> , de trajectòria, de càmera digital <sup>39</sup> (Universidad de Cornell, 2003)
	<b>Guia de color per fotografia</b>
	<b>Cinta mètrica</b>
	<b>Font de llum de dia o blanca</b>
	<b>Fons blanc neutre</b>
	<b>Trípode</b>
Processat de la imatge:	<b>Ordinador:</b> PC o Mac.
	<b>Software de tractament d'imatge:</b> software amb llicència com Adobe® (Adobe® Photoshop® o Adobe® Illustrator®) o software de programari lliure com FireAlpaca o Paint.net <sup>40</sup>
	<b>Tauletes digitalitzadores* (Tablet digitalitzadora o Tablet gràfica)<sup>41</sup>:</b> aquest tipus d'accessoris poden facilitar el treball de retoc i processament de la imatge d'aquells versats en aquest camp. *Opcional.
	<b>Accés a connexió d'internet :</b> és el mitjà de preferència dels impressors per a la recepció dels arxius.

## 6.2. Captura de la imatge

En el procés d'impressió digital és necessari partir d'una imatge en format digital, per tal de poder ser impresa sobre el teixit. Aconseguir la imatge en aquest format que es desitja, pot requerir de diversos passos; una adquisició i un tractament. Per adquisició, aquí ens referirem a l'acció de digitalització d'una imatge per **captació o creació**.

El procés d'adquisició de la imatge vindrà determinat per diversos factors:

- Obra tèxtil objecte de la captura: Tipus, característiques i estat de conservació.

<sup>38</sup> Escàner pla, el més comú com aplicació comercial d'ús habitual en oficines o per ús particular.

<sup>39</sup> Els escàners de trajectòria o de càmera fotogràfica, són específics per la digitalització de llibres i documents. Es troben i es fan servir sobretot en àmbits com arxius de documentació o biblioteques. Permeten escanejar la imatge/document sense necessitat d'entrar-hi en contacte.

<sup>40</sup> Aquest tipus de programes es troben fàcilment a la xarxa a través d'un buscador d'internet com Google i són d'accés i descàrrega lliures.

<sup>41</sup> Una *tablet* digitalitzadora és un perifèric que permet introduir gràfics o dibuixos a mà, de la mateixa manera que ho faria amb llapis i paper així com permet apuntar i assenyalar els objectes que es troben a la pantalla. Consisteix en una superfície plana sobre la que es pot dibuixar una imatge fent servir l'estilet ("llapis") que ve adjunt. La imatge no apareix a la tauleta sinó que es mostra al monitor de l'ordinador; en alguns casos funciona a mode de ratolí (*mouse*).

- Finalitat de la impressió tèxtil. Tipus de tractament al que es destinarà. (suport parcial, suport total, reproducció..)
- Tipus de captura desitjada : dimensions del fragment a digitalitzar.
- Qualitats estètiques que es vulguin aconseguir a la imatge impresa. (tinta plana, dibuix o reproducció mimètica)
- Habilitats i coneixements del professional.

**L'adquisició** d'una imatge es pot dur a terme per diversos mitjans; s'esmenten a continuació els principals:

Mètodes d'adquisició d'una imatge	
Captació	Fotografia digital
	Escanejat d'obra original <sup>42</sup>
	Escanejat de dibuix o de fotografia analògica
Creació	Tintes planes en format digital
	Dibuix en format digital

S'expliquen a continuació els diversos mètodes d'adquisició d'una imatge i els factors relacionats:

- **Captació**: captar imatges reals de la peça, d'un dibuix o fotografia analògica per ser posteriorment manipulades digitalment.

- **Fotografia digital**

La fotografia digital permet capturar una imatge parcial o total de la obra original a tractar. Aquest mètode és el més flexible i ofereix diverses possibilitats. Es podrà aplicar tant per a reproduccions fotogràfiques exactes com per captar imatges inicials de treball per ser convertides a dibuix o tractades amb efectes digitals.

La fotografia és el mètode de captació de la imatge més inofensiu per a la peça. Permet capturar-ne la imatge sense posar-la en risc, evitant el contacte directe amb la superfície de l'obra i la seva manipulació excessiva. Així mateix permet la captura d'imatges de dimensions considerables, en el cas de ser necessari segons el projecte que es dugui a terme.

---

<sup>42</sup> Aquest mètode presenta algunes limitacions en relació al tractament de patrimoni tèxtil. Veure factors a tenir en compte en les següents seccions.

La fotografia permet la captació d'imatges generals de l'objecte, però generalment es prendran fotografies parcials o de detall, que proporcionaran major resolució i nitidesa, necessàries per a un bon resultat en la reproducció impresa. Prendre una fotografia de qualitat suficient pot suposar en alguns casos una dificultat; recórrer a un fotògraf professional si es requereix pot ser una opció adequada.

Els factors essencials que cal tenir en compte al realitzar una fotografia:

- Característiques de la càmera fotogràfica: la càmera fotogràfica digital permet obtenir imatges en format digital i per tant evitar el pas de la seva digitalització – com passaria amb l'ús d'una càmera analògica.
  - **Òptica**: us de càmera amb òptica i lents que evitin la deformació de la imatge; idealment òptica reflex i evitar lents angulars.
  - **Resolució**: es requereix una alta resolució de les imatges capturades per un bon resultat en la seva reproducció posterior.
  - **Guia de fotografia**: afegir una guia de fotografia amb registre de blancs, i centímetres facilitarà la feina posterior de tractament de la imatge per al seu ajust de color i dimensions. La presència d'un blanc de referència servirà durant el retoc com a orientació sobre el color de la llum de la fotografia i aproximar-la a la realitat (en el cas que es vulgui aconseguir una reproducció fidel a la realitat). L'apreciació els canvis de tonalitat en el blanc resulta molt més senzilla que sobre els altres colors.
  - **Il·luminació**: la il·luminació amb llum blanca o llum de dia serà la més idònia; permet una captació més real dels colors.  
La percepció d'un color pot ser relativa als colors que l'envoltin o a la il·luminació sota la que es trobi. Per aquest motiu resulta important estandarditzar les condicions d'il·luminació a l'hora de realitzar les fotografies (així com alhora d'examinar proves o el resultat d'una impressió). El color de la llum s'expressa per la seva temperatura de color, formulada en Kelvin (K). La llum neutra té una temperatura de color de 5.000K, que equival al valor mitjà de

la llum diürna natural, i per tant es pren com a referència lumínica (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 76).

- **Fons:** mantenir un fons neutre, preferiblement blanc, evita la reflexió de coloracions indesitjables així com facilitarà el tractament posterior de la imatge en l'eliminació de fons. L'adquisició d'un *kit* de fons i il·luminació per fotografia, pot ser una bona inversió si aquest ha de ser un procés a realitzar regularment.<sup>43</sup>
- **Trípode:** el us d'un trípode contribuirà a la millor qualitat de la imatge, assegurant-ne la nitidesa, **evitant el us de flaix**<sup>44</sup>. L'objectiu de la càmera s'ha de trobar a un angle completament perpendicular respecte l'objecte a fotografiar per evitar deformacions a la imatge.

- **Escanejat**

L'escàner presenta dues aplicacions principals; d'una banda l'escaneig de fragments de l'obra original i d'altra banda l'escaneig de recursos analògics com dibuixos o fotografies analògiques.

Així també, en els casos en que un professional prefereixi el medi de creació analògic sobre el digital, pot treballar analògicament – creació sobre paper - i digitalitzar el seu treball mitjançant l'escaneig.

La digitalització d'esbossos o dibuixos per ser utilitzats com a base de creacions gràfiques digitals, pot resultar també un recurs molt útil.

A diferència de la càmera fotogràfica, l'escàner només permetrà fer captures parcials o de fragments de la peça a tractar. En aquest cas les dimensions jugaran un paper important en la selecció d'aquest mètode.

---

<sup>43</sup> Els *kits* de fons i il·luminació – fons, llums i paraigües de suavitat de la llum- poden ser útils per millorar la fotografia de qualsevol tractament de conservació-restauració. Aquests es poden adquirir actualment a la xarxa a preus molt assequibles en plataformes com Amazon® o Ebay®.

<sup>44</sup> L'ús de flaix no està recomanat en aquest tipus de fotografia ja que ens eliminarà els relleus i no permetrà una bona captació de les coloracions.

L'escanejat d'una imatge, tot i que a nivell teòric, en termes d'aconseguir una imatge amb les millors qualitats per ser impresa, seria una de les millors opcions a considerar, en termes de tractament d'objectes de patrimoni cultural, i particularment teixits històrics – materials generalment molt fràgils- , pot representar una opció poc adequada o si més no qüestionable.

L'escàner aporta un avantatge respecte a la fotografia; permet l'obtenció de la imatge directament a escala 1:1 – dimensions reals- que pot facilitar la seva manipulació digital.

En aquest cas, pren particularment força l'estat de conservació de la peça a tractar, les seves dimensions i constitució física. L'escanejat d'una peça tèxtil pot comportar molta manipulació - excessiva en molts casos - donat el seu fràgil estat de conservació. Així mateix, les peces tèxtils sovint presenten formes tridimensionals i grans dimensions que podrien dificultar o fer inviable aquest procés.

Existeix diversa tipologia d'escàners. Si parlem dels més comuns, els escàners **de sobretaula**, el seu us queda molt limitat ja que necessiten la introducció del teixit a l'interior de l'aparell, així com el seu aplanament, requerint de molta manipulació i sometent les peces a un cert risc. Aquest fet que limitaria molt el nombre d'obres susceptibles de rebre aquest tractament.

De la mateixa manera, la llum que emeten durant el procés d'escanejat es podria considerar inadequada depenent de l'estat de conservació de la peça. Segons Terry T. Schaeffer (Effects of Light on Materials in Collections. Data on Photoflash and Related Sources, 2001, pág. 121) a partir d'una revisió bibliogràfica, estableix que el temps d'exposició i el tipus de font de llum que tingui l'escàner determinarà el tipus d'exposició que tindrà la peça i que mesuraments que es van realitzar en estudis previs demostraven que l'exposició que exerceixen diversos aparells pot tenir un factor de variabilitat de fins a 20. Es va determinar que en la majoria de casos, l'exposició d'un o varis escanejats

seria negligible. En el cas de que múltiples escanejats fossin previstos o materials amb alta sensibilitat a la llum s'haguessin d'escanejar, caldria una reflexió més en profunditat per tal de prendre una decisió. En objectes de valor històric o artístic, l'exposició a la llum UV emesa per l'escàner estaria desaconsellada.

*“ **Nota per als conservadors:** la falta de preocupació per danys induïts per l'exposició a la llum de documents originals per el us d'aparells digitalitzadors com els escàners no vol dir que els problemes no existeixin. Els conservadors han de ser conscients d'aquesta situació, involucrar-se en l'elecció dels procediments de digitalització, i prendre mesures per informar a fotògrafs i tècnics sobre la sensibilitat a la llum dels materials i objectes digitalitzats”* (T. Schaeffer, 2001, pág. 122).

Si parlem d'altre tipus d'escàners com els de **trajectòria o de càmera digital**, utilitzats majoritàriament en arxius històrics o biblioteques per a la digitalització de documents, podríem obrir el ventall d'obres susceptibles de ser tractades amb aquest mètode, ja que desapareix el contacte físic de l'aparell amb la peça així com es redueix la seva manipulació.

En el cas d'utilitzar un escàner aquest ha de complir característiques semblants a la càmera fotogràfica:

- **Resolució:** resolució d'escanejat mínima de 300ppp (píxels per polzada)
- **Guia fotogràfica** : \* veure fotografia.
- **Creació**: creació d'imatges o colors directament al monitor de l'ordinador sense la necessitat d'una prèvia digitalització d'elements, gràcies a software de processament d'imatge.
  - **Dibuixos**

Creació d'imatges digitals a partir del dibuix directe sobre el monitor de l'ordinador gràcies als recursos dels software de creació i tractament d'imatge. La utilització de fotografies digitals o dibuixos escanejats permet el treball sobre una referència, mitjançant el calc o altres recursos propis dels software



especialitzats. L'ús de les tauletes digitalitzadores poden facilitar molt aquesta tasca.

Cada programa de creació o tractament d'imatge presenta característiques i eines diferents. Tot i que per efectes senzills no és necessari requerir d'un software molt complex, si que es recomanable que presentin unes eines mínimes que facilitaran el procés:

- **Capes:** Les capes permeten el treball i modificació independent de diversos efectes, preservant inclús la imatge original intacte, facilitant molt les tasques de creació d'imatge. Programes massa senzills com Paint <sup>45</sup> – software per defecte de Windows - no permetrà aquest treball.
- **Dimensions i resolució del llenç:** determinar les dimensions i la resolució que tindrà el llenç de treball serà bàsic per elaborar l'arxiu. Determinarà la grandària i qualitat d'imatge de la impressió final.
- **Mode de color:** tirar el mode de color de treball i el de sortida de l'arxiu finalitzat (modes RGB i CMYK <sup>46</sup>) agilitzaran la preparació d'arxius amb els requisits demanats per els impressors.
- **Eines de dibuix:** les eines de dibuix, per exemple eines que permetin el calc d'imatges per traços, estan més desenvolupades en els software sota llicència, permetent elaboracions gràfiques més sofisticades i/o requerint menys temps i esforç. Tot i així, els software de programació lliure ofereixen moltes possibilitats. Els resultats dependran majoritàriament dels coneixements i habilitats de l'usuari més que de les eines ofertes per els software.

- **tintes planes**

La creació de colors llisos que permetin el seu us com a tintes neutres. L'elaboració d'aquests colors es pot dur a terme de diverses maneres.

---

<sup>45</sup> Paint i Paint.net són dos software diferents. Paint.net, de programari lliure, si que ofereix la possibilitat del treball amb capes.

<sup>46</sup> Veure apartat de gestió del color, canvi de mode RGB a CMYK.

- **Pantone®:** existeixen cartes de color Pantone® amb conversió de valors CMYK. Aquestes permetrien l'elecció d'un color Pantone® i la seva traducció posterior de forma digital, introduint els paràmetres CMYK a la eina de selecció de color del software.



Imatge 23. Exemple de carta de colors Pantone® amb traducció a sistema de color CMYK. Font: <https://graffica.info/que-pantonera-tengo-que-comprarme-2/> CeladaPrior\_568241\_1718\_23

- **Creador de color:** la creació d'un color, també es podria elaborar intuïtivament a través de mostres realitzades a través de la eina de creació de color del software utilitzat.
- **Selecció de color**<sup>47</sup> : partint d'una fotografia o dibuix digitalitzat, a través de la eina selecció de color del software, es pot seleccionar un color determinat i posteriorment utilitzar-lo creant la superfície desitjada.
- **Colorímetre:** La captació de paràmetres de coloració amb colorímetre, donat que molts teixits presenten textures i composicions molt heterogènies<sup>48</sup>, la captació dels paràmetres de coloració d'aquests pot resultar complicada. Aquesta aplicació pot ser útil sobre teixits estampats amb superfícies llises. Caldria seguir un procés semblant al us de la carta de colors Pantone®.

<sup>47</sup> Les eines dels software de tractament d'imatge varien segons el programa. Algunes eines es mantenen comuns a tots ells; la eina de selecció de color generalment es representa amb un símbol d'un comptagotes.

<sup>48</sup> En els teixits troben que sovint els colors no es componen per masses llises de color, sinó que aquests estan compostos de fils entrelligats de diversos colors que visualment ofereixen la sensació d'un color.

### 6.3. Tractament de la imatge

Un cop la imatge que es vol treballar o de la que es vol partir per crear la imatge final a imprimir ja ha estat captada o creada, gairebé sempre caldrà manipular-la en major o menor mesura per tal d'aconseguir el format i aspecte desitjats abans de ser enviada per a la seva impressió.

La manipulació d'una imatge digital serà el pas més dependrà dels coneixements informàtics (de software de retoc/creació d'imatge) del conservador-restaurador. Aquest es pot convertir en el procés més enutjós de haver-hi una manca de coneixements i/o de recursos. No obstant, aquesta pot ser una tasca encarregada a un professional especialitzat<sup>49</sup> molt més avesat al us d'aquestes eines.

Així també, de voler fer tractaments d'imatge simples, i optar per una actitud autodidacta, recórrer al us de recursos didàctics de la xarxa com *tutorials* o indicacions presents en multitud de canals com plataformes de vídeos, *blogs* o manuals dels proveïdors de software<sup>50</sup>, esdevé una bona opció. Aquests proporcionen recursos molt valuosos que poden ser suficients per a dur a terme moltes de les possibles intervencions.

La finalitat d'aquest procés és la obtenció de la imatge que volem aconseguir en format digital, partint del pas previ on hem adquirit la imatge de partida.

Explicar tots els recursos gràfics disponibles en els software de tractament d'imatge no es tasca d'aquest treball, ja que requeriria un projecte propi. Si, es detallen a continuació els factores i paràmetres més importants a tenir en compte durant aquest procés.<sup>51 52</sup>

---

<sup>49</sup> Dissenyador gràfic o fotògraf que treballi amb mitjans digitals.

<sup>50</sup> La informació de la xarxa proporcionada per els productors dels programes informàtics es troba actualitzada a les noves versions dels programes.

<sup>51</sup> Cada software proporcionarà eines diferents per tal d'aconseguir aquests paràmetres. Com més avançat sigui el software de treball, més possibilitats donarà.

<sup>52</sup> Molts dels paràmetres requerits per els impressors, es trobaran detallats als seus llocs web, a través dels quals generalment es faran les comandes. També es poden obtenir a través del contacte directe que permetrà resoldre dubtes del procés.

- **Elecció del software:** com s'ha esmentat amb anterioritat, disposem de software lliure com Paint.net o FireAlpaca i de pagament, els més coneguts i estesos Adobe® Photoshop® i Adobe® Illustrator®. La seva elecció dependrà dels recursos disponibles i del tipus de tractament d'imatge que es requereixi; els programes amb llicència donen un ventall de possibilitats molt més extens, però requereixen la formació específica en el seu ús per al coneixement de totes les seves possibilitats. L'accés i el coneixement del funcionament d'un software especialitzat, ens donarà més recursos per treballar.

Per a un tractament de la imatge bàsic ( sense elements de creació gràfica molt elaborats), podrem recórrer a programes d'accés lliure.

- **Dimensions disponibles:** La impressió digital tèxtil, actualment, funciona amb formats grans. Les comandes mínimes a realitzar, generalment, són d'un metre de llargària. Les peces de roba acostumen a mesurar entre 120 cm i 180 cm d'amplada, per tant cal preveure la superfície de la que es disposarà. *A consultar amb l'impressor.*
- **Creació de document/arxiu:** un dels processos més assequibles és crear un document nou amb el software a treballar, donant-li les dimensions i resolució desitjades<sup>53</sup>. S'aconsella crear arxius individuals amb les imatges que es vulguin incloure dins de la impressió i posteriorment elaborar un document amb les dimensions finals on es situïn totes les imatges.<sup>54</sup>

---

<sup>53</sup> Per una impressió amb un estàndard de qualitat mínim, caldrà treballar amb resolucions de 300 ppp o majors. A resolucions menors, la qualitat de la imatge es pot veure compromesa.

<sup>54</sup> Es poden incloure varies imatges de dimensions diverses dins del nostre format final, que vindrà determinat per la grandària de la peça de roba que les màquines d'impressió puguin admetre o estiguin disponibles en estoc. Aquesta informació cal verificar-la amb el fabricant, ja que tipus de roba diferent proporcionades per el mateix fabricant, poden presentar diferències en les seves amplades.

Cal destacar un element a tenir en compte; la **dimensió de l'arxiu**. Arxius (imatges) molt grans poden comportar problemes per el seu enviament a través d'internet i inclús per el seu processament per part de l'impressor. Cal assegurar-se de quines son les dimensions d'arxiu màximes (pes) que l'impressor pot acceptar per treballar eficientment, per tal de saber abans de començar si determinada dimensió d'impressió serà possible o no. És essencial tenir en compte que la resolució d'una imatge no s'hauria de reduir per sota de 300ppp amb la finalitat de disminuir el pes de l'arxiu, ja que aquesta acció malmetria considerablement la qualitat de la imatge resultant.

- **Treball amb capes:** \* veure apartat de capes a Sistemes d'adquisició de la imatge/ creació.

Després de la creació del document en el que treballarem, s'aconsella importar la imatge amb la que es vol treballar i establir-la com a capa de fons. Aquesta capa es pot copiar, i deixar bloquejada l'anterior. Això permetrà treballar amb seguretat, sense perill de malmetre la imatge original.

La superposició de capes, permet donar diversos efectes a cadascuna i fer proves de visualització. Així mateix aquestes es podran eliminar si es desitja, seleccionant només aquelles que resultin satisfactòries.

Cal tenir en compte que al finalitzar el treball amb la imatge, per poder desar l'arxiu, caldrà **unificar les capes**.

- **Mode de color:** Per fer una bona gestió del color, cal tenir en compte que a part dels modes de color que s'han descrit anteriorment (RGB i CMYK) – que són els més utilitzats i els quals seran els sol·licitats per part dels impressors digitals tèxtils quan se'ls hi faci arribar un arxiu d'imatge per imprimir - , n'existeixen d'altres:

- Mode **RGB** (milions de colors), Mode **CMYK** (quadricromia), Mode indexat (256 colors), Mode d'escala de grisos (256 grisos), Mode de mapa de bits (2 colors).

**El mode de color o mode d'imatge** determina la combinació dels colors en funció del nombre de canals d'un model de color<sup>55</sup>. Els diferents modes de color donen lloc a diferents nivells de detall de color i grandària d'arxiu, (Adobe , 2017) per tant caldrà adaptar el seu us en funció del mitjà que estem fent servir.<sup>56</sup>

Com s'ha explicat en seccions anteriors, el més aconsellable és començar a treballar amb una imatge en mode RGB i convertí-la a CMYK al final del procés d'edició. En el mode RGB ( en programes avançats com Adobe® Photoshop®) existeixen comandaments “ d'ajust de proves” per tal de simular els efectes d'una conversió a CMYK sense canviar les dades reals de la imatge (Adobe , 2017). Cal recordar que quan es canvia de RGB a CMYK es produeix una reducció del rang cromàtic. Es per aquest motiu que són importants les proves que ens permetin veure el resultat real per evitar decepcions.

! En alguns casos els impressors ens diran que entreguem en RGB per que els seus dispositius d'impressió digital fan la conversió a CMYK. *\*A consultar amb l'impressor.*

- **Format d'arxiu:** Els impressors accepten diversos formats d'arxiu, però generalment els preferits son **JPEG i TIFF**.

Ahora d'escollir un format d'arxiu caldrà valorar el pes que l'arxiu adquireix per ser enviat. Els formats TIFF<sup>57</sup> generaran

---

<sup>55</sup> Els modes de color separen els colors d'una imatge en diversos canals; en el cas de CMYK els colors de la imatge quedaran separats en Cian, Magenta, Groc i Negre.

<sup>56</sup> Per el treball de pàgines web o formats essencialment digitals, farem servir RGB que reduirà el pes de l'arxiu mantenint els colors; d'altra banda si volem imprimir un arxiu, el format ideal serà CMYK, que pesarà més però mantindrà adequadament la informació necessària per a la seva impressió.

<sup>57</sup> Els formats TIFF desen informació no només de la imatge sinó de la seva construcció; preserva informació de la seva constitució en capes, entre d'altres.



arxius amb molta informació, i per tant seran molt pesats. Consultar amb l'impressor permetrà escollir el format més adequat a les nostres necessitats.

- **Perfil ICC:** La gestió de colors precisos i coherents al llarg de tot el procés d'edició i impressió requereix de perfils exactes compatibles amb ICC de tots els dispositius de color. Aquestes són configuracions avançades però que de poder realitzar-se assegurarien un millor resultat en el treball. Un sistema de gestió de color utilitza els següents tipus de perfils: perfils de monitor, perfils de dispositiu d'entrada, perfils de dispositiu de sortida i perfils de document.
  - Els perfils descriuen els espais de color del dispositiu d'entrada i del document.
  - Mitjançant les descripcions dels perfils, els sistema de gestió de color identifica els colors reals del document.
  - El perfil del monitor indica al sistema de gestió de color com convertir els valors numèrics del document en l'espai de color del monitor.
  - Mitjançant el perfil del dispositiu de sortida, els sistema de gestió de color converteix els valors numèrics del document en els valors de color del dispositiu de sortida per a que s'imprimeixi l'aspecte correcte.

Idealment, seria desitjable conèixer els perfils ICC que utilitzen a la empresa on volem imprimir, això asseguraria la compatibilitat entre tots els dispositius i evitaria possibles errors en la transmissió i interpretació de la informació entre dispositius, però l'experiència durant aquest treball ha estat negativa pel que fa a aquest punt; la sol·licitud d'aquest tipus

de paràmetres no va ser contestada. *\*A consultar amb l'impressor. -*

Es poden trobar indicacions detallades per dur a terme l'aplicació dels perfils de color a manuals com els que proporciona Adobe® (Photoshop®, Indesign®, Illustrator®).<sup>58</sup>

- **Realització de proves** : S'aconsella que per a l'obtenció de la coloració desitjada, es realitzin proves abans de fer la impressió desitjada; aquest pas ens permetrà fer ajustos a la nostra imatge i modificar els detalls necessaris sense la necessitat d'invertir en una impressió completa, amb el consegüent risc de malgastar material, temps i diners. Alguns impressors ofereixen el servei d'impressió de prova, de metratge més reduït <sup>59</sup>. El color i la textura del teixit pot tenir un efecte notable en la impressió.

! A destacar, serà necessari realitzar les **proves d'impressió a la mateixa empresa que realitzarà la impressió**; factors com el calibratge dels dispositius, el seu envelliment o fabricant dels consumibles o neteja, són factors que influiran en el resultat d'impressió. Per tant caldrà evitar totes aquestes variables.

- **Ajustos de color**: No es aconsellable ajustar el color basant-nos en el que es veu en el monitor, ja que és pràcticament impossible aconseguir una coherència de color entre el monitor i la impressió final. En lloc d'això és preferible la utilització de guies de color amb mostres impreses (Johansson, Lundberg, & Ryberg, 2011, pág. 75). Si varien les condicions d'impressió (maquinaria, substrat, etc) el resultat pot no ser sempre exacte. Per assegurar la certesa en el nostre resultat caldrà treballar amb guies de

---

<sup>58</sup> <https://helpx.adobe.com/es/photoshop/using/working-with-color-profiles.html>

<sup>59</sup> El metratge mínim per comanda generalment és d'un metre de teixit, podent variar i ser de més quantitat per alguns suports, tintes i proveïdors específics.

color elaborada específicament per el mateix impressor que imprimirà el nostre treball.

Si es genera un treball recurrent amb aquesta tècnica, la realització d'una **biblioteca de mostres de colors i efectes** sobre diversos substrats resultaria molt útil per a l'elaboració dels següents treballs, imitant les biblioteques de color elaborades als tallers de conservació-restauració de teixits durant els processos de tenyit.

- **Enviament d'arxius:** els enviaments dels arxius a imprimir es poden realitzar a través de les plataformes digitals que acostuma a facilitar l'impressor. En el cas d'arxius amb molt pes es poden fer servir plataformes d'enviament d'arxius com Wetransfer®.

Les empreses d'impressió en la seva gran majoria presenten plataformes digitals / llocs web molt interactius, fent que l'experiència de compra/comanda del consumidor sigui fàcil amb processos molt intuïtius. Faciliten un pas a pas, com qualsevol compra per internet, sent assequible al gran públic.

#### 6.4. Impressió de la imatge

Un cop la imatge a imprimir ha estat creada, cal centrar l'atenció en aquells aspectes directament relacionats amb el procés d'impressió.

Són dos els aspectes a tenir en consideració que comporten decisions i accions pròpies del conservador-restaurador. La resta d'accions implicades en aquest apartat formen part de les tasques pròpies de l'impressor.

##### Les tasques que requeriran l'atenció del conservador-restaurador:

Com s'ha esmentat en seccions anteriors, la planificació d'un projecte d'impressió no podrà ser lineal. L'elecció del suport i del tipus de tintes que es faran servir s'hauran d'haver seleccionat des d'un inici; aquesta elecció

condicionarà l'empresa d'impressió que farà el treball i per tant tots els paràmetres necessaris per a la preparació dels arxius d'imatges.

- **Elecció del suport:** l'elecció del suport serà una consideració intrínsecament lligada a l'elecció de les tintes. Suport i tintes son interdependents. Caldrà valorar les necessitats de la intervenció a realitzar i triar el teixit en funció de les característiques necessàries. Veure secció 5.3.

Una vegada seleccionat el tipus de suport més adequat, es procedirà a la tria del tipus de tinta disponible per a la fibra tèxtil triada, així com l'empresa adequada per a la seva realització.

- **Elecció del tipus de tintes:** la tria de les tintes vindrà determinada per el tipus de fibra tèxtil del suport seleccionat. Veure secció 5.5.

En la selecció del suport (teixit) existeixen dos modes de procedir; l'elecció d'un teixit proporcionat per l'empresa d'impressió o bé l'aportació d'un teixit a l'impressor.<sup>60</sup>

- **Teixit d'estoc proporcionat per impressor:** la utilització d'aquests teixits presenten l'avantatge que estan preparats industrialment per aconseguir els millors resultats en la impressió. Son teixits amb aplicacions de capes de preparació destinades a cada tipus de tinta. Aquest tipus de teixit poden comportar problemes d'encongiment durant i posteriorment a la seva impressió, comportant distorsions en les imatges impreses, quan aquestes requereixen ser molt precises.
- **Teixit proporcionat per el client:** algunes empreses d'impressió ofereixen la possibilitat que el client aportí el seu propi teixit. Aquest teixit haurà de ser preparat per l'impressor per tal de poder rebre correctament la tinta.

Proporcionar a l'impressor roba pre-encongida, seria l'opció òptima per tal de poder controlar els factors d'encongiment. Aquest resultat es pot aconseguir per mitjà de rentats previs (100°C) dels teixits; d'aquesta

---

<sup>60</sup> No tots els impressors accepten robes aportades per el client, ja que aquestes en la majoria de casos requereixen d'un procés de preparació per al qual no tots els fabricants disposen de la maquinària necessària per realitzar-lo. També cal tenir en compte que es una opció que pot encarir el procés.

manera es reduiria la variable de l'encongiment i s'evitaria la deformació de les imatges.

### 6.5. Recepció de la imatge impresa

Un cop rebem la impressió encarregada, i abans d'aplicar-la a qualsevol tractament, caldrà **rentar-la**.

Aquest procés és necessari per a eliminar excés de tinta encara present a la superfície del teixit (molècules de tint que no han reaccionat) i que podria tenyir altres superfícies i així mateix eliminar possibles restes d'aprests, capes de preparació o brutícia que hagi pogut acumular en el procés així com estabilitzar les distorsions de les seves dimensions en el cas de tractar-se d'una roba d'estoc del fabricant.

El rentat dels teixits abans de la seva aplicació en els tractaments de conservació, és una practica habitual per eliminar els productes no desitjats així com per estabilitzar els canvis dimensionals del teixit prèviament a la seva aplicació sobre una peça.

### 6.6. Exemples/mostres pràctics

S'han realitzat un seguit de mostres d'impressió a mode de simulacres d'intervenció en distints tipus de teixit. Es fan propostes de tractament d'imatge diverses per mostrar algunes de les possibilitats que ofereix aquesta tècnica.

En tots els exemples s'ha mantingut el criteri de completar la imatge sempre i quan existissin referents suficients dins de la mateixa peça; en el cas que això no ha estat possible, s'ha exemplificat una reintegració amb tintes neutres.





Imatge 24. Teixit de cotó estampat abans de intervenir.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_24



Imatge 25. Teixit intervingut amb Impressió amb tintes Pigment. Reintegracions en un sol suport tractant les diverses pèrdues. To lleugerament més clar que original.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_49



Imatge 26. Detall d'intervenció.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_50



Imatge 27. Detall d'intervenció. Imatge completant motiu de flor i tinta neutre vermella.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_51



Imatge 28. Teixit de cotó abans d'intervenir.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_25



Imatge 29. Teixit intervingut amb impressió digital amb tintes Reactives. Reintegració de pèrdues en un sol suport. CeladaPrior\_568241\_1718\_33





Imatge 30. Detall d'intervenció  
CeladaPrior\_568241\_1718\_34



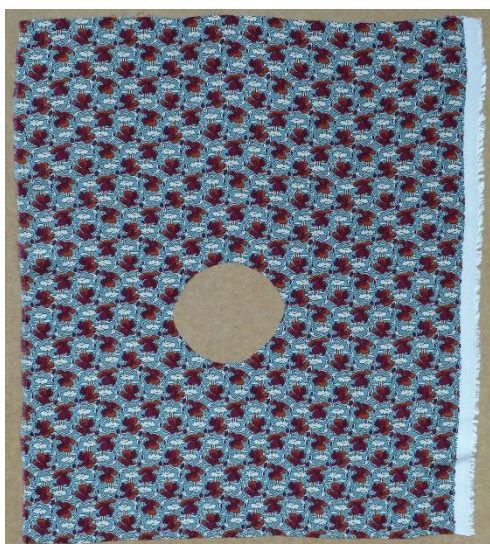
Imatge 31. Teixit de fibra sintètica estampat.  
Abans d'intervenir. CeladaPrior\_568241\_1718\_26



Imatge 32. Teixit intervingut amb impressió amb  
tintes reactives en un sol suport reintegrant varies  
àrees conjuntament. CeladaPrior\_568241\_1718\_36



Imatge 33. Detall de la intervenció.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_37



Imatge 34. Teixit estampat abans de ser  
intervingut. CeladaPrior\_568241\_1718\_27

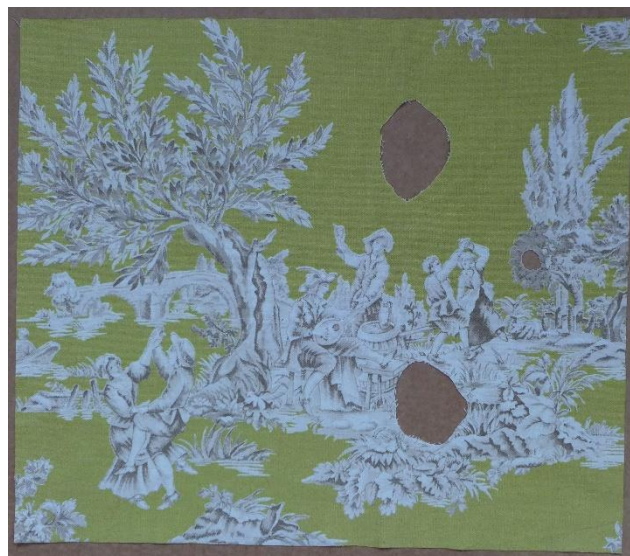


Imatge 35. Teixit intervingut amb impressió amb  
tintes pigment, rebaixant la saturació dels colors  
de la impressió. CeladaPrior\_568241\_1718\_39





*Imatge 36. Detall d'intervenció.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_40*



*Imatge 37. Teixit de cotó imprès abans de la seva intervenció.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_28*



*Imatge 38. Teixit intervingut amb tintes neutres impreses amb tintes reactives. CeladaPrior\_568241\_1718\_43*



*Imatge 39. Teixit imprès abans de la seva intervenció.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_29*



*Imatge 40. Teixit intervingut amb tintes reactives, utilitzant un dibuix vectorial a la reintegració superior i una impressió amb un augment de transparència de la imatge a la inferior. CeladaPrior\_568241\_1718\_46*





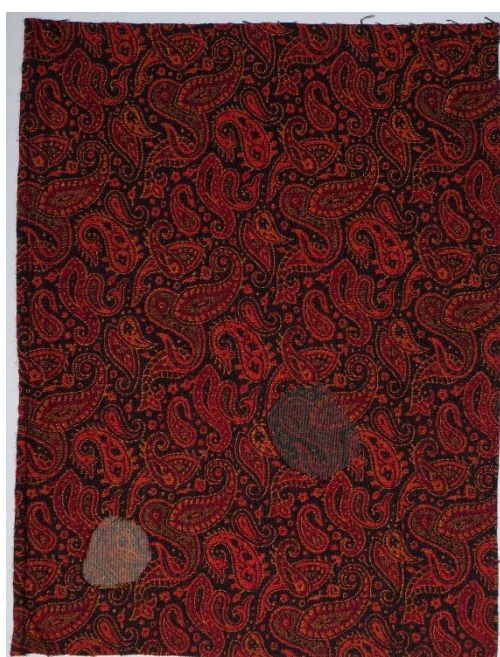
*Imatge 41. Detall d'intervenció amb dibuix vectorial.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_47*



*Imatge 42. Detall d'intervenció amb augment de la  
transparència de la imatge. CeladaPrior\_568241\_1718\_48*



*Imatge 43. Teixit de llana abans de ser intervingut.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_30*



*Imatge 43. Teixit intervingut amb tintes reactives.  
Reintegració superior amb reducció de la saturació  
de la imatge i reintegració inferior amb augment de  
la transparència. CeladaPrior\_568241\_1718\_45*





Imatge 44. Teixit de seda i fils metàl·lics  
abans de ser intervingut.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_31



Imatge 45. Teixit intervingut amb tintes pigment. Suggestiment d'un possible  
suport d'exhibició que permeti completar la imatge. Tractament de la imatge  
aportant-li trets de dibuix en tons grisos. CeladaPrior\_568241\_1718\_44



Imatge 46. Teixit de cotó estampat abans de la intervenció.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_32



Imatge 47. Teixit intervingut amb tintes pigment.  
CeladaPrior\_568241\_1718\_42



## 7. Anàlisi de les impressions digitals.

### 7.1. Introducció

Els materials patrimonials presenten diverses característiques fisicoquímiques depenent de la natura dels materials que els constitueixen. Els materials que s'incorporen en els tractaments de conservació-restauració han de ser compatibles amb aquestes, evitant danys a la peça original.

Tots els materials presenten un procés d'envelliment i degradació naturals causades per els factors ambientals, com l'acció de la llum, l'oxigen o la humitat. Aquesta degradació per el pas del temps i el contacte amb el medi, no afecta només als materials patrimonials sinó també a tots els materials nous que s'incorporen als primers per mitjà de tractaments de conservació-restauració.

Les característiques fisicoquímiques pròpies dels materials com el seu valor de pH, intensitat de coloració o resistència a la solubilitat dels seus colorants, es poden veure modificades per els processos d'envelliment. En el cas dels teixits – aquells elaborats a partir de materials orgànics – els processos d'envelliment tendiran al trencament dels enllaços químics dels diversos materials orgànics que els constitueixen, tant de les fibres del suport com dels elements colorants de les mateixes, tornant-se més fràgils les fibres i descolorint-se i inclús desapareixent o tornant-se solubles alguns colorants. En el cas dels materials aplicats per a tractaments de conservació-restauració, les característiques pròpies o derivades de la seva degradació afectaran a la peça sobre la qual s'apliquin.

Per aquest motiu, per a la intervenció de peces patrimonials serà necessària l'elecció de materials suficientment estables física i químicament i que no pateixin un envelliment més accelerat que el de la peça sobre la que s'apliquin i al mateix

temps que els productes i reaccions químiques del seu procés d'envelliment no es transmetin a la peça original sent un motiu d'acceleració dels seu envelliment natural.

Les impressions digitals tèxtils amb tintes amb base d'aigua són materials relativament nous dels quals es desconeix completament la seva idoneïtat per a la seva aplicació en tractaments de conservació-restauració de patrimoni tèxtil. La indústria i particularment els productors d'aquestes impressions prediquen sobre les excel·lents qualitats de resistència d'aquests productes, així com de la disposició de certificats amb normes internacionals de qualitat. Els paràmetres de qualitat estandarditzats que estableixen com a bones les característiques d'un producte en l'àmbit comercial per a us domèstic, podrien no coincidir amb els paràmetres desitjats que establirien el producte com a idoni per al tractament del patrimoni tèxtil.

Són diversos els factors que contribueixen a la degradació dels teixits i dels seus colorants. Durant l'exposició i tractament de les peces tèxtils, la llum i l'aigua són dos dels factors més destacats que poden contribuir a la seva degradació (deixant de banda el bio-deteriorament provocat per insectes, fongs o altres microorganismes). La llum, provinent de fonts de llum natural o artificial, necessària per la visualització de les obres, provoca al mateix temps danys a nivell físic i químic, més o menys perceptibles a ull nu; així mateix l'aigua, expressada en forma d'humitat ambient o com a element de contacte directe amb les peces bé per accidents -trencament de canonades o aspersors contra incendis- o bé per tractaments humits de conservació-restauració, pot provocar canvis i degradacions en els substrats i en les coloracions que aquests tenen – element d'interès en aquesta recerca-.

En aquesta secció s'han testat sobre mostres d'impressió digital tèxtil aquells factors més comuns que poden afectar a la integritat de les peces tèxtils i especialment de les seves coloracions en relació a la seva exhibició i tractament. S'han sotmès diverses mostres de teixit imprès digitalment amb tintes amb base



d'aigua a proves de resistència, per tal d'establir com la llum i el rentat pot afectar les seves qualitats fisicoquímiques i concloure si aquestes les fan apropiades per ser aplicades sota un criteri de conservació-restauració tèxtil.

### **Selecció i preparació de les mostres**

Per a l'elaboració de les proves de resistència de les impressions digitals tèxtils amb tintes amb base d'aigua, es van preparar unes mostres, seguint criteris que fessin els resultats de les proves de resistència, comparables entre ells.

Com s'ha esmentat en seccions anteriors, el nombre de tintes i de substrats existents per a la impressió digital tèxtil sobre teixit és extensa; amb quatre tipus diferents de tintes i infinitat de suports (materials orgànics i sintètics). Un anàlisi complet que recollís tota aquesta varietat era inabastable per aquest projecte. Aquest fet juntament amb l'aspecte econòmic de la producció de les impressions va condicionar el nombre de tècniques a analitzar. D'altra banda, factors com l'estoc de teixits dels fabricants, van condicionar alguns dels aspectes físics de les mateixes.

Seleccionar un nombre limitat de mostres significatives entre tot el ventall de possibilitats existents va resultar una tasca complexa; com s'ha vist amb anterioritat els suports i les tintes en aquesta tècnica d'impressió presenten una gran interdependència que unida a la necessitat de trobar un punt comú per poder establir un anàlisi comparatiu, juntament amb les limitacions de producció de cada fabricant, reduïa molt el nombre de possibilitats d'elecció que pogués complir els criteris desitjats.<sup>61</sup>

El cost elevat de la producció de les impressions digitals<sup>62</sup>, va limitar la selecció de mostres a les produïdes per dues tintes diferents.

---

<sup>61</sup> Donat el reduït nombre de tintes (2 de 4) que es podrien testar donat l'elevat preu de manufactura, es va establir com a criteri essencial per a la seva tria, que ambdues es presentessin sobre un mateix suport, per tal de reduir el nombre de variables que contribuïrien als resultats de les proves de resistència.

<sup>62</sup> La quantitat mínima de teixit imprès que admeten les empreses d'impressió és d'un metre (1m). Els preus d'impressió per metre són variables, depenent sobretot del tipus de fibra tèxtil del suport. Així mateix

Les mostres seleccionades per al seu anàlisi, varen sorgir de:

- Impressió de colors CMYK i RGB (Cian, magenta, groc, negre i vermell, verd i blau) sobre teixit de cotó amb tintes reactives. + mostres del teixit de cotó sense imprimir.
- Impressió de colors CMYK i RGB (Cian, magenta, groc, negre i vermell, verd i blau) sobre teixit de cotó amb tintes pigment. + mostres del teixit de cotó sense imprimir.

L'elecció de les tintes estava directament lligada a l'elecció dels suports i viceversa. Triar un tipus de tinta, condicionava el suport que podia tenir i el mateix passava partint del suport.



*Imatge 48. Fragment de les mostres impreses en tintes reactives (línia superior) i en tintes pigment (línia inferior)*  
*CeladaPrior\_568241\_1718\_52*

també trobem variacions entre tipologies de tinta feta servir en la impressió. Per norma general les tintes pigment resulten més econòmiques que les tintes reactives, possiblement degut al menor nombre de passos que requereixen en la seva producció. En el cas d'aquestes mostres els preus per metre de teixit imprès es va trobar entre els 20 i els 40 Euros, sent la impressió més econòmica la de tintes pigment. Els preus són una aproximació, ja que les mostres amb tinta reactiva es van imprimir al Regne Unit i per tant el seu preu va ser abonat en lliures esterlines.

### ***Tintes seleccionades***

Les tintes seleccionades per elaborar les mostres varen ser:

- **Tintes reactives:**

S'han seleccionat per el paral·lelisme que presenten amb una de les tipologies de tints utilitzats en l'àmbit de la conservació-restauració de teixits. Es vol comparar com reaccionen aquest tipus de tintes, l'equivalent dels tints usats quotidianament en l'àmbit de la conservació.

Els tints reactius són d'ús comú en la tinció de fibres cel·lulòsiques en l'àmbit de la conservació-restauració de teixits per a la seva aplicació a reintegracions i suports d'objectes tèxtils. Tints reactius com Novacron®<sup>63</sup> per a la seva aplicació per saturació – en banys- s'utilitzen amplament en aquest sector.

Les tintes reactives per impressió *inkjet* sobre teixit prenen com a base aquest tipus de tint.

- **Tintes pigment:**

Aquest tipus de tintes, a diferència de les anteriors, no presenten una equivalència amb els tints utilitzats en l'àmbit de la conservació-restauració tèxtil. S'ha realitzat aquesta elecció per poder establir les característiques que presenta un tipus de tinta propi de la tècnica d'impressió *inkjet*, que centra aquest treball.

### ***Suport seleccionat***

El suport (tipus de fibra) va ser l'element que es va mantenir comú en l'aplicació de les dues tintes. Es va mantenir el mateix tipus de fibra al suport – cotó- , per tal de poder mantenir un element comú i comparatiu.

En aquest cas, per limitacions de temps i d'empreses disponibles que acceptessin el processat de teixit proporcionat per el client, així com per l'augment de costos que hauria suposat, es va optar per fer servir els suports (teixits) oferts en estoc per els impressors.

---

<sup>63</sup> Novacron®, tints dels laboratoris Huntsman <http://www.huntsman.com/textile>

El treball amb dos impressors diferents comporta la diferència en la oferta de teixits oferts en estoc; en aquest cas, no va ser possible trobar el mateix tipus de teixit en ambdós impressors. Es va seleccionar un teixit de cotó de teixit pla però amb variacions en el tipus d'estructura del seu lligament i gruix, en funció de la disponibilitat existent.<sup>64</sup>

Segons la teoria de la tinció de teixits, el tipus de lligament o el gruix del teixit (a excepció dels teixits amb relleus com el vellut) no afectaria als resultats de resistència de la seva coloració; amb les proves de resistència, es valora la interacció entre tipus de fibra i matèria colorant ( en aquest cas la tinta). Així mateix, l'adquisició de teixit de dos fabricants diferents, tot i mantenir el mateix tipus d'aparença física, no pot assegurar que sigui el mateix teixit, presentant també certes variacions.

L'elecció del cotó sobre les altres fibres tèxtils es basa en que aquest és un dels suports d'elecció més comuna en els tractaments de conservació-restauració de teixits per les seves característiques de resistència i estabilitat, així com per la facilitat de tinció respecte altres fibres. Altres fibres com el polièster també s'apliquen a tractaments de conservació, però generalment l'elecció d'aquesta fibra queda limitada a teixits de gramatge (grams/ m<sup>2</sup> ) molt petit - transparents- utilitzats en casos determinats.<sup>65</sup>

Un cop feta la recerca sobre empreses d'impressió disponibles en relació a la seva localització i al tipus de tinta o tintes i suports amb els que treballaven, es va haver de seleccionar dues empreses diferents per tal de poder dur a terme la impressió de les tècniques seleccionades.

---

<sup>64</sup> Dependre de l'estoc del fabricant per comptes d'aportar el propi teixit pot comportar problemes per trobar el tipus de tela adequada per el treball a realitzar.

<sup>65</sup> En comparació, amb les mostres recollides d'alguns fabricants, es pot observar com les impressions sobre fibres sintètiques presenten coloracions molt més intenses i saturades. El tipus de fibra triat definirà la qualitat i efecte de la imatge obtinguda.

La impressió de les mostres amb tintes pigment sobre cotó va ser realitzada per l'empresa Printtex®<sup>66</sup>, a la seva seu de Huelva (Espanya). Aquesta empresa s'especialitza únicament en la impressió amb tintes pigment.

La impressió de les mostres amb tintes reactives sobre cotó va ser realitzada per l'empresa Sauleprint®<sup>67</sup>, localitzada a Swindon (Regne Unit). No existeixen a l'estat Espanyol empreses especialitzades en el us d'aquesta tipologia de tinta, només es van trobar empreses que apliquessin tintes pigment (l'opció més estesa) i tintes dispersos.<sup>68</sup>

Cal fer referència que els temps d'entrega de les comandes especificats en els llocs web dels impressors – entre 5 i 7 dies des de la comanda- no s'ha complert, superant amb escreix aquests temps indicats.<sup>69</sup>

### **Preparació**

Per la impressió de les mostres s'ha creat un arxiu informàtic amb el disseny de les mostres a imprimir; aquest arxiu s'ha treballat en mode de color RGB; en aquest cas, els impressors van sol·licitar l'enviament de l'arxiu en aquest format, ja que el software de la seva maquinaria s'encarrega de fer la conversió a mode de color CMYK, el més utilitzat en impressió. Aquests arxius s'han enviat posteriorment als impressors a través d'internet.

---

<sup>66</sup> Printtex® <https://www.printtex.com/contacto/> Calle Ribera del Guadiana, D.8 21400 Ayamonte, España, CIF: B21506043

<sup>67</sup> Sauleprint® <http://www.sauleprint.com/> Unit 28, Berkeley House, Hunts Rise, South Marston Park, Swindon, SN34TG.

<sup>68</sup> Els tipus de tintes (*inkjet* amb base d'aigua) utilitzats per els impressors, quan es compara la oferta entre Espanya i el Regne Unit, sembla polaritzar-se. Mentre a Espanya es troba essencialment l'ús de tintes pigment i tintes disperses, al Regne Unit està molt més estès l'ús de tintes reactives i tintes àcides. Així mateix, trobem una oferta més extensa d'empreses dedicades a aquest propòsit en el Regne Unit en comparació e l'Estat Espanyol.

<sup>69</sup> La impressió duta a terme a Printtex®, va trigar aproximadament 15 dies en ser servida, mentre que la impressió duta a terme per Sauleprint® va trigar gairebé 25 dies (tenint en compte l'enviament des de UK). El factor temps és un element important alhora de treballar; cal suposar que els fabricants organitzen les comandes en funció de com tenen les màquines preparades per tal d'economitzar la producció; per tant es pot deduir que en comandes petites del mínim de metratge (1m), com ha estat aquest el cas, cal pensar que possiblement no es processa com a prioritari, intentant encabir-ho juntament amb altres comandes sobre el mateix suport (per tal de no haver de preparar la màquina amb un teixit nou).

Les impressions encarregades per cada tipus de tinta van consistir en 21 quadrats de 5x5cm en els colors CMYK i RGB (Cian, Magenta, Groc, Negre i Vermell, Verd i blau), agrupats de 7 en 7, format tres tires.

Aquests quadrats s'han dividit posteriorment per ser sotmesos a diverses proves.

Es va escollir aquesta selecció de colors en comptes d'una impressió d'una imatge per tal de poder valorar l'efecte de la llum i l'aigua sobre superfícies llises de color, que permetrien una valoració objectiva dels canvis produïts. Les imatges impreses per mitjans digitals estan conformades per multitud de punts de colors superposats, aquest fet no permetria fer una valoració de la sensibilitat dels diversos colors. (Veure imatge 48 per selecció de colors)

L'elecció d'aquests colors determinats bé donada per la necessitat de comparació entre la degradació dels diferents colors que conformen una impressió (CMYK) d'una banda, i l'aportació de tres valors cromàtics més fent referència als colors additius (RGB).

En addició als colors impresos, a les mostres s'inclouen fragments dels respectius teixits sense imprimir, a mode de **mostra control**.<sup>70</sup>

En total, dels 42 quadrats impresos i dels fragments corresponents de teixit sense imprimir s'estableix un nombre de 80 mostres; aquest nombre sorgeix dels diversos tipus de proves realitzades.

La nomenclatura de les mostres que combina lletres i números s'estableix com s'indica a continuació (veure ANNEX I amb nom de mostres i descripció):

- La primera lletra:
  - Es dona la lletra P per aquelles mostres fruit de la impressió amb tintes pigment.

---

<sup>70</sup> Aquestes mostres sense imprimir, són fragments de teixit que incorporen la mateixa capa de preparació que les zones impreses.

- Es dona la lletra R per aquelles mostres fruit de la impressió amb tintes reactives.
- o La segona lletra:
  - Correspon a les sigles del nom del color en anglès (tal com s'anomenen en arts gràfiques) referit al seu color pertinent i aquestes són: C per cian, M per magenta, Y per groc, K per negre, R per vermell, G per verd i B per blau.
- o La lletra O:
  - Fa referència a les mostres originals; aquelles que no s'han sotmès a cap exposició.
- o Les lletres RENT:
  - Fan referència a aquelles mostres que han estat rentades
- o Els números:
  - 500 i 1000 : fan referència a les hores d'exposició a llum UV.
  - 22 i 70: fan referència als graus de temperatura de l'aigua de rentat.

Exemples:

PGO : Pigment Verd Original

RR1000: Reactiva Vermell 1000 hores d'exposició UV

P-RENT-70-G : Pigment rentada a 70 °C Verd

## Proves d'anàlisi

De la mateixa manera que el nombre de mostres a analitzar s'ha vist limitat per el cost de producció de les mateixes, el tipus i nombre de proves d'anàlisi a realitzar s'ha vist també afectat. Així mateix, la manca d'accés a determinats productes ha limitat determinats aspectes de les proves realitzades.

El plantejament inicial de les proves a les que es volia sotmetre les mostres incloïa: Proves d'envelliment accelerat, proves de resistència al rentat, proves de solubilitat dels colors, anàlisi de pH previ i posterior a l'acció d'envelliment i rentat, anàlisi per colorimetria previ i posterior a l'acció d'envelliment i rentat.



Les proves d'envelliment accelerat es realitzen òptimament en centres especialitzats com els serveis tècnics de la Universitat Politècnica de Catalunya, on disposen de cambres d'envelliment accelerat que exposen les mostres desitjades a l'acció de la llum (espectre solar), humitat i temperatura, seguint una normativa ISO <sup>71</sup> establerta per als tests d'envelliment, en aquest cas de teixits.

Es contacta amb el centre on es realitzen aquest tipus de proves, però el cost de les mateixes resulta totalment inabastable per aquest projecte, per tant es pren la decisió d'adaptar part d'aquests tests als mitjans disponibles <sup>72</sup>.

Es seleccionen aquelles proves realitzables amb els mitjans disponibles i que aporten la informació més valuosa per descriure les qualitats fisicoquímiques de les mostres que poden tenir un impacte més directe en la caracterització dels teixits i colorants d'aquest tipus d'impressió com adequat o inadequat per la seva aplicació a tractaments de conservació. Es determina que es realitzarà:

- Prova de resistència a la llum ultraviolada (UV), mitjançant l'exposició de les mostres a una caixa de llum amb llum UV.
- Anàlisi del pH, mitjançant extracció líquida en fred i pH-metre de sonda.
- Proves de solubilitat dels colors, per contacte amb cotó i paper secant.
- Proves de rentat, per rentat amb aigua destil·lada en fred i calent.
- Anàlisi per colorimetria, mesura amb colorímetre.

S'ha descartat la realització de tres proves que haurien aportar informació valuosa sobre les mostres per falta de recursos materials i temps; el test d'Oddy, el test de resistència a l'abradió i la valoració de l'encongiment del suport.

El **test d'Oddy**<sup>73</sup> permet determinar si existeix una emissió de compostos orgànics volàtils (VOCs). Principalment, els àcids en la seva forma volàtil (com

---

<sup>71</sup> Norma ISO 105 B04

<sup>72</sup> Es contacta amb el Dr Fernando Carrillo dels serveis tècnics de la UPC per tal de sol·licitar informació sobre el cost de realització de l'assaig; el cost és de 600 euros per un test de 100h i de 1000 euros per un test de 200 h, seguint la norma ISO 105 B04

<sup>73</sup> El test d'Oddy és un procediment creat al British Museum de Londres per el científic Andrew Oddy el 1973, per tal de testar materials en relació a la seva emissió de compostos orgànics volàtils (VOCs).

l'àcid acètic) podrien afectar indirectament - no per contacte com el pH- a altres àrees de la peça o a altres peces durant el seu emmagatzematge, provocant alteracions. D'altra banda, cal destacar que aquest test pot comportar certes limitacions: la realització d'aquest tipus de test sobre mostres que es componen d'un teixit amb una capa de preparació i una tinta, fa difícil concloure d'on provenen els resultats obtinguts.

Tot i que l'estudi per Oddy test realitzat per Alice Cole en el seu treball (Digital printing for textile conservation, 2007, págs. 65-70) presenta algunes limitacions com la manca de menció d'una mostra control i l'execució del test només sobre determinades mostres d'impressió sobre teixit, els resultats que proporciona podrien donar certes indicacions sobre l'emissió de VOCs d'aquest tipus d'impressions, entre les que testa les tintes reactives sobre cotó i les tintes pigment sobre lli. Es va concloure, en base als resultats de les mostres analitzades en aquest test les quals comparaven teixit no rentat, teixit rentat amb aigua i teixit rentat amb detergent, que totes les mostres es podrien considerar com a aptes per a la seva aplicació en objectes patrimonials.

El test de resistència a l'abrasió, molt utilitzat en els controls de qualitat de la indústria tèxtil, permet establir quina és la resistència dels colorants o superfícies dels teixits quan són sotmesos a una certa abrasió. Els procediments estandarditzats segons normes ISO, utilitzen l'aplicació d'un aparell anomenat abrasímetre (*Crockmeter*). Son diverses les fonts que expliquen com realitzar un test de **resistència dels tints a la fricció** sense recórrer a aquest aparell però s'ha descartat la seva aplicació degut a que l'aplicació manual, sense l'aparell necessari, no permet una mesura objectiva i reproduïble a totes les mostres; els

---

El test requereix l'emplaçament d'una mostra del material amb tres fragments de diferents metalls – plata, llautó i coure- dins d'un contenidor que posteriorment es segella amb una petita quantitat d'aigua a l'interior per mantenir nivells alts d'humitat. S'escalfa a 60°C durant 28 dies. En un contenidor idèntic, tres fragments de metall actuen com a mostra control.

Si els fragments de metall no mostren signes de corrosió, es considera que el material és adequat per ser utilitzat amb objectes patrimonials. Cada metall detecta un seguit de diferents agents corrosius.

paràmetres de força exercida o velocitat són totalment subjectius i variables quan la prova es realitza manualment.

La manca de temps ha impedit poder realitzar el test i valoració de l'encongiment dels suports. La valoració de l'encongiment dels teixits, durant i post impressió, que conformen els suports de les tintes, permetria establir quin percentatge o factor d'encongiment presenten i per tant establir quin percentatge d'ampliació caldria aplicar a les imatges a imprimir per tal de compensar la pèrdua de les dimensions.

Aquesta valoració, requeriria un extens estudi per tal de caracteritzar tots els tipus de suport existents així com els diversos orígens. Existeixen diversos fabricants de teixits per impressió, que tot i usar el mateix tipus de fibra (p.ex. cotó) poden obtenir teixits amb característiques diferents (torsió del fil, lligament del teixit, acabats, qualitat de la fibra, etc), que caldria valorar individualment. Les diverses tintes d'impressió, que condicionen el procés de preparació i fixació de les tintes, també esdevenen factors a tenir en compte en la valoració de l'encongiment.<sup>74</sup>

En el treball *Digital Printing for Textile Conservation* (Cole, 2007, pág. 58), es fa una comparativa de l'encongiment post impressió de quatre suports diferents que respectivament, contenen els quatre tipus de tinta existents. La comparació es fa difícil, ja que no permet veure quin es el factor d'encongiment d'una tinta sobre varis suports (per als que sigui adequada) o viceversa, i per tant no es poden extreure amplies conclusions sobre com afecta el procés de producció a l'encongiment. Tot i això, Cole esmenta que amb les seves proves la tinta reactiva impresa sobre cotó, encongeix un 2% sometent la mostra a un bany d'aigua bullint, després de la impressió.

---

<sup>74</sup> Les preparacions per teixit i les tintes presenten diverses formulacions, normalment secretes, per part de cada fabricant.

Pel que fa a les mostres precises impreses per aquest treball, l'impressor que ha realitzat la impressió amb tintes reactives<sup>75</sup>, adverteix al seu lloc web que els teixits impresos amb aquesta tinta, degut al procés de vaporització per a la fixació, poden veure's encongits en un 5 i un 15%, mentre que l'impressor que ha realitzat les impressions amb tintes pigment<sup>76</sup>, no fa esment d'un possible enconguiment del teixit. Aquest serà un factor a tenir en compte per a l'obtenció dels resultats.

### Limitacions dels resultats

La realització de les proves d'anàlisi que es duen a terme en aquesta recerca presenten limitacions que poden afectar a l'aplicació extensiva dels seus resultats:

- El **nombre de mostres reduït**, no permet l'extrapolació dels resultats a conclusions sobre la tècnica d'impressió digital sobre teixits amb tintes de base aquosa; només aporta conclusions respecte a dos tipus de tinta aplicades sobre un substrat. Es requeriria un nombre molt extens de mostres abastint una combinació de les quatre tècniques existents en relació als substrats per als quals són adequades; així mateix, la comparació de les tècniques realitzades per diversos productors, també seria necessària; són molts els factors que poden influir en els resultats obtinguts.
- **L'anàlisi conjunt de substrat i colorant**, pot limitar les conclusions extretes sobre valors com el pH; no es pot determinar amb exactitud de quin component (teixit, capa de preparació o tintes) provenen les dades obtingudes. Les proves es realitzen tenint en compte aquest factor, però per uns resultats completament concloents es necessitaria un anàlisi dels components per separat.

---

<sup>75</sup> *Sauleprint®*

<sup>76</sup> *Printtex®*

- Les restriccions econòmiques i de materials **no ha permès realitzar els tests seguint les normes estandarditzades ISO**, per tant els resultats són indicatius dels processos fisicoquímics que els materials pateixen, però es pot fer difícil la seva extrapolació o comparació amb altres estudis.

### **Caracterització visual de les mostres**

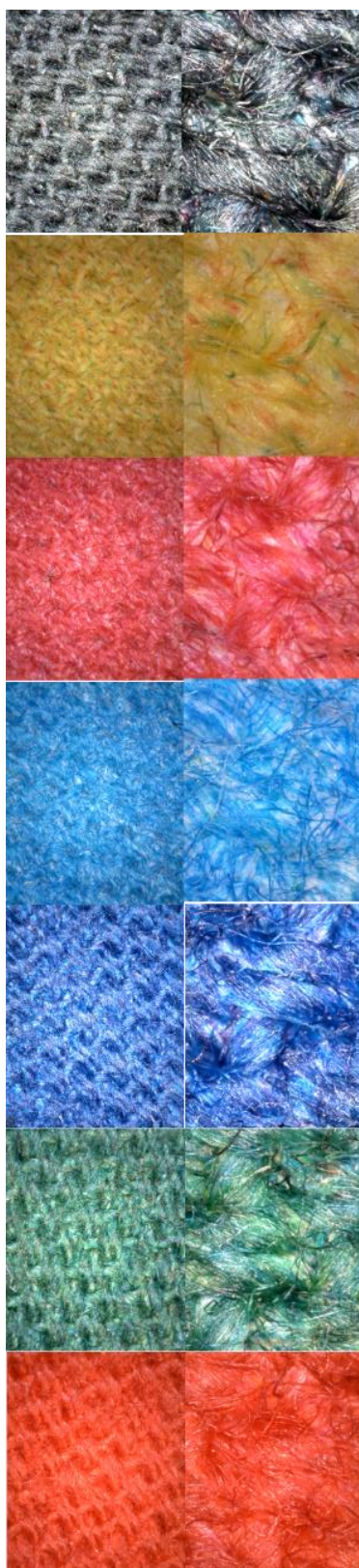
L'observació de les mostres a través d'un microscopi digital Dinolite®, permet apreciar algunes de les característiques d'aquestes tècniques d'impressió en comparació a la tinció per immersió.

- **Tinta en superfície:** es pot apreciar gràcies a la imatge augmentada que la tinta no cobreix tot el fil que compona el teixit, aquesta es queda en la superfície d'aquest cobrint només algunes fibres i permetent veure el blanc de les fibres. En comparació, podem veure com el teixit tenyit per immersió, presenta totes les fibres que componen els fils totalment acolorides, i per tant amb molta més intensitat de color.
- **Formació de la imatge amb varis colors:** les imatges de les impressions, permeten veure com es formen els colors amb aquesta tècnica. El que en la impressió veiem com a color verd, en realitat és un conjunt de taques microscòpiques de colors cian, verd, groc i petits punts negres. El mateix passa amb el que veiem com a groc en la impressió; quan ens aproximem veiem un conjunt de taques de colors groc, verd, blau i vermell que acolorixen diverses fibres. En comparació podem veure com el teixit tenyit per immersió, presenta un color uniforme en tota la seva superfície, generat per un sol colorant.

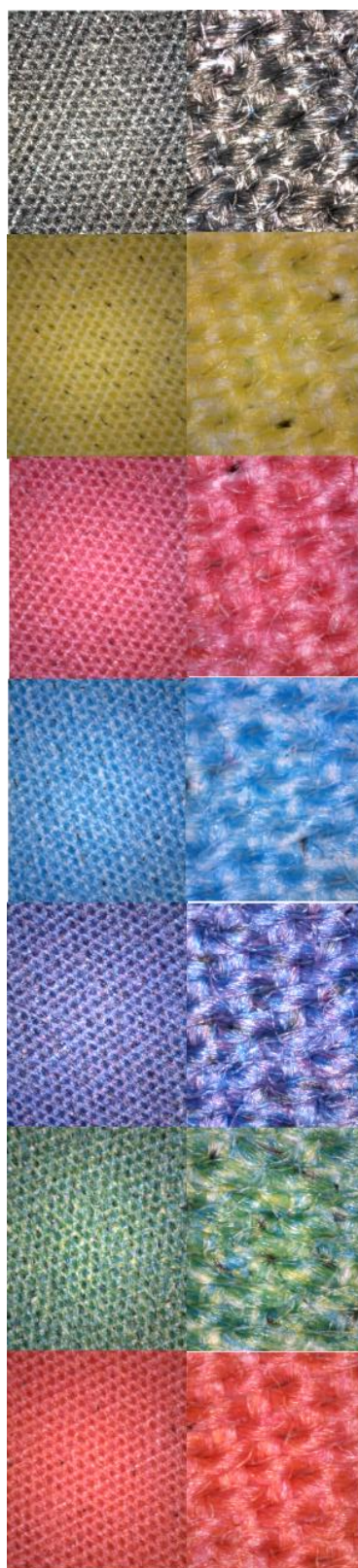


*Imatge 48. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Mostra de teixit de llana tenyit per immersió amb tints Lanaset®; Mostra de color verd imprès amb tintes inkjet pigment; Mostra de color groc imprès amb tintes inkjet reactives. Vistes obtingudes amb microscopi electrònic Dinolite® a 215 augments. CeladaPrior-568241\_1718\_53 CeladaPrior-568241\_1718\_54 CeladaPrior-568241\_1718\_55*





**Tintes Reactives RGB CMYK vistes amb Dinolite® a 55 i a 215 augments.**



**Tintes pigment RGB CMYK vistes amb Dinolite® a 55 i a 215 augments.**

*Imatge 49. CeladaPrior-568241\_1718\_56 CeladaPrior-568241\_1718\_57*

## 7.2. Prova de resistència a la radiació ultraviolada (UV).

### Introducció

Un dels elements principals que contribueixen a la degradació dels teixits i dels seus colorants – especialment aquells d'origen orgànic – és la llum (S Mills & White, 1994, pág. 155). La llum és una radiació electromagnètica composta per diverses longituds d'ona. Veure pagina 42.

La llum natural prové del sol i està composta per diversos tipus de radiacions electromagnètiques, les quals no tenen la capacitat de travessar l'atmosfera en la seva totalitat; majoritàriament arriben aquelles radiacions que formen part de l'espectre visible (i les més properes a aquest – radiacions ultraviolades i radiacions infraroges), variant la seva quantitat segons l'estació de l'any i de la latitud. Així mateix, materials com els vidres de finestra o de bombetes, poden absorbir part de les radiacions de longitud d'ona més curta (més nocius) (Valgañón, 2008, pág. 93).

De les radiacions que arriben a la capa de la terra, trobarem que aquelles més nocives per als materials que constitueixen el patrimoni històric/artístic, són les freqüències d'ona ultraviolades (UV) amb freqüències de 300 a 400 nanòmetres i infraroges (IR) entre 760 a 1,000,000 de nanòmetres, (Valgañón, 2008, pág. 94) (Textile Specialty Group. American Institute for Conservation, 1993) sent la ultraviolada especialment nociva per als materials de naturalesa orgànica, entre ells la majoria dels teixits.

L'acció de les radiacions electromagnètiques sobre els materials orgànics com el paper o els teixits, es tradueix en un trencament dels enllaços moleculars, diferenciant-se dos tipus de reaccions químiques: les **reaccions fotolítiques** i les **reaccions fotoquímiques** (Valgañón, 2008, pág. 94).

Les reaccions **fotolítiques** es produeixen per la única acció de la llum, requerint elevada energia per produir-se; concretament per l'espectre UV en serà responsable. Les reaccions **fotoquímiques** a diferència de les anteriors, es

produeixen per l'acció conjunta de la llum (que actua primer) amb altres agents com l'oxigen i el vapor d'aigua. Dins d'aquest grup, es troben les reaccions de **fotooxidació**, que resulten d'especial interès en aquest treball. Aquestes reaccions es donen més freqüentment ja que no necessiten d'ones electromagnètiques tan energètiques com les fotolítiques, podent donar-se amb radiacions de l'espectre visible o de la franja d'IR (Valgañón, 2008, pág. 94).

La **fotooxidació** produeix la oxidació, la pèrdua d'electrons dels materials. Alguns materials típicament afectats per aquest tipus de reacció, centre d'aquest treball, són colorants i alguns pigments, arribant a afectar-los des de la variació del seu color original fins arribar a tornar-se incolors (Valgañón, 2008, pág. 94).

Els danys provocats per l'acció de la llum sobre els teixits són una combinació de temps d'exposició, llargària de la ona electromagnètica i intensitat, sent cumulatiu i irreversible (Valgañón, 2008, pág. 94) (Textile Specialty Group. American Institute for Conservation, 1993) (Sandwith, Stainton, & Cornforth, 2011). Els danys en els teixits provocats per la llum, poden prendre diverses formes com l'esvaïment dels tints i colorants, canvis de coloració (enfosquiment) de les fibres i teixits o la pèrdua de resistència mecànica i fragilitat (Textile Specialty Group. American Institute for Conservation, 1993).

La llum, pot ser produïda per fonts naturals, el sol, o per fonts artificials, les làmpades. Aquestes poden ser **incandescents**, caracteritzades per la alta emissió de calor (radiació infraroja) o de **descàrrega** que emeten gran quantitat de radiacions UV (Valgañón, 2008, pág. 95). Les fonts artificials de llum en general, a diferencia de la llum natural del sol, concentren més quantitat d'un tipus de radiació electromagnètica que d'un altre. Per mesurar el dany produït per la llum en els colors i teixits, aquests es sotmeten a un envelliment accelerat en cambres d'envelliment, sota un llum de Tungstè o de Xenó (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 177), amb la capacitat de reproduir un espectre electromagnètic semblant al de la llum del sol; per tant, contenint radiacions IR, Visibles i UV. L'exposició a aquest tipus de llum permet reproduir els danys causats per els

diferents tipus de radiació electromagnètica en els materials tèxtils. Les llums de tungstè o xenó, són de difícil adquisició; presenten un elevat preu i requereixen gran potència elèctrica per alimentar el seu consum.

En aquest treball, les limitacions d'accés a una cambra d'envelliment accelerat, porten a cercar altres mètodes per sotmetre les mostres d'estudi a un envelliment accelerat provocat per la llum, podent valorar l'estabilitat dels colorants aplicats en el procés d'impressió vers l'acció lumínica.

Exposar les mostres a la font solar natural, resulta una opció assequible, però com esmenten Gohl i Vilensky (Textile Science. An explanation of fibre properties, 1983, pág. 177), la influència de la meteorologia, la latitud i la limitació d'hores de sol, limiten les característiques de la llum del sol com a font de llum quan es volen fer comparacions sota condicions fiables i estandarditzades. Per tant, per tal de poder dur a terme comparacions de color amb unes condicions més estables i estandarditzades, s'opta per la **creació d'una caixa de llum equipada amb llum ultraviolada**.<sup>77</sup>

#### *Característiques de la caixa de llum*

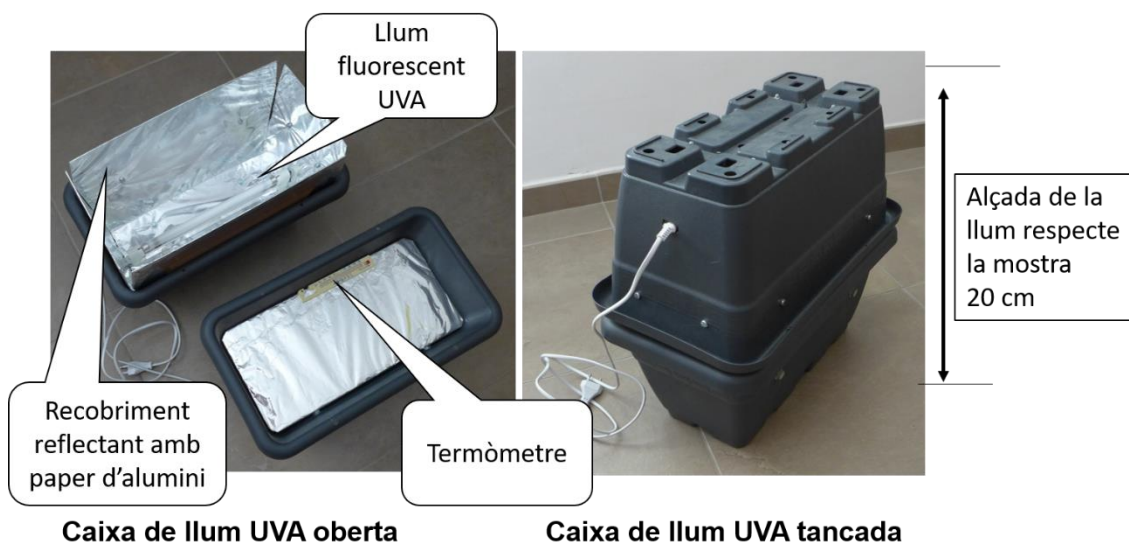
La caixa de llum, es va crear com un contenidor completament tancat, del qual no en poguésser sortir la llum UV. De material plàstic negre, es va recobrir tot el seu interior amb paper d'alumini, per tal de minimitzar l'absorció de la radiació UV per part de les parets de la caixa.

---

<sup>77</sup> La llum ultraviolada és la més nociva per al patrimoni tèxtil. Aquesta es divideix en llum UVA i UVB i UVC, corresponent a diverses longituds d'ona. L'ultraviolat A (ona llarga) UVA, té 400-315 nanòmetres, l'ultraviolat B (ona mitja) UVB, té 315-280 nanòmetres i l'ultraviolat C (ona curta) UVC, té 280 – 100 nanòmetres.

L'UVA, és el que arriba de forma més abundant a la capa de la terra i així mateix l'únic reproducible experimentalment de forma segura en medi domèstic. Les freqüències UVB i UVC, les més nocives, requereixen més precaucions en la seva aplicació ja que són nocius per als organismes vius.





*Imatge 50. Descripció de la caixa de llum per a les proves d'envelliment de les mostres per acció de la llum UVA. CeladaPrior-568241\_1718\_58*

La llum UV <sup>78</sup>fixada a la part superior presenta les característiques següents:

- Catalogada com RAB-18 a l'empresa BCB i fabricada per Phillips®
- Làmpada fluorescent actínica UVA 1,6W a 350-400 nm
- Consum total: 8W
- Proporcionaria 150  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  a 1 metre
- Distància de les mostres : 20 cm

## Objectiu

- Valorar l'efecte de l'exposició a la llum ultraviolada UVA de les tintes reactives i les tintes pigment *inkjet* amb base d'aigua impreses sobre teixit de cotó així com dels seus teixits de suport de cotó.

## Metodologia

### a. Mesura inicial de valors cromàtics amb colorímetre.

Per a una valoració objectiva dels valors cromàtics de les mostres (colors impresos amb tintes reactives, colors impresos amb tintes pigment i fragments dels teixits de les respectives tècniques) i dels canvis ocorreguts degut a la seva

<sup>78</sup> El llum UV es va adquirir a l'empresa especialitzada en llums Infrarojos i Ultraviolats per la indústria BCB. C/ Bosc Tancat, 7 - Cerdanyola (Barcelona) Spain <https://www.bcbsl.com/>

exposició a la llum UVA, es realitza la mesura dels valors  $L^*a^*b^*$  amb un colorímetre. Veure procediment en la secció dedicada a la colorimetria. .

Les mostres PTO, PRO, PGO, PBO, PCO, PYO, PMO, PKO, i RTO, RRO, RGO, RBO, RCO, RYO, RMO, RKO, corresponen a les mesures preses abans de l'exposició de les mostres; els seus valors es poden veure a l'ANNEX III, Colorimetria.

### **b. Exposició de mostres a llum ultraviolada.**

S'introdueixen 32 mostres, compostes per les mostres d'impressió amb tintes reactives (14) , impressió amb tintes pigment (14) i les mostres dels respectius teixits (4) a l'interior de la caixa de llum.

Les mostres es divideixen en dos grups i reben 500 i 1000 hores d'exposició respectivament.

Es mesura la temperatura diàriament amb un termòmetre inserit a l'interior de la caixa.

<b>Paràmetres d'exposició de les mostres</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipus de llum: UVA 1,6W a 350-400 nm</li> <li>- Potència: 8W</li> <li>- Distància de la llum respecte la mostra: 20 cm</li> </ul>	
<b>Temps d'exposició</b>	
<i>Exposició a 500 hores</i>	<i>Exposició a 1000 hores</i>
7 mostres corresponents als colors (RGB,CMYK) + 1 mostra de teixit de cotó d'impressió en tintes REACTIVES	7 mostres corresponents als colors (RGB,CMYK) + 1 mostra de teixit de cotó d'impressió en tintes REACTIVES
7 mostres corresponents als colors (RGB,CMYK) + 1 mostra de teixit de cotó d'impressió en tintes PIGMENT	7 mostres corresponents als colors (RGB,CMYK) + 1 mostra de teixit de cotó d'impressió en tintes PIGMENT
<b>Temperatura durant l'exposició</b>	
Rang de 25°C fins 33°C <sup>79</sup>	

<sup>79</sup> La temperatura registrada durant l'exposició ha patit fluctuacions al llarg del període d'exposició així com al llarg de les hores del dia, modificant-se en relació als canvis de temperatura ambient donada l'estació meteorològica de l'any. L'exposició de les mostres es va iniciar a mitjans del mes d'abril i es va finalitzar a finals de Juny; durant aquest temps la temperatura ambient ha incrementat considerablement, així mateix la temperatura de l'interior de la caixa de llum.



Finalitzat el període d'exposició a la llum, les mostres es mantenen allunyades de la llum fins al moment de realitzar les mesures de les coloracions i els possibles canvis.

### **c. Mesura final de valors cromàtics amb colorímetre**

Seguint el mateix procés realitzat amb les mesures inicials dels valors cromàtics de les mostres, es repeteixen aquestes mesures post-exposició a la llum UVA i es registren els resultats per al seu posterior tractament.

(veure ANNEX III, Colorimetria per valors recollits, tractament de dades i gràfiques).

## **Resultats**

Finalitzat el període d'exposició de les mostres, i en comparació a les mesures inicials, existeixen canvis perceptibles a ull nu en la coloració d'algunes de les mostres.

Les mostres corresponents a les impressions amb tintes reactives, sobretot els colors magenta, groc i cian, són els que presenten una descoloració més evident, tan amb una exposició a 500 o a 1000 hores (a més exposició, més descoloració). Així, les mostres de teixit corresponents a aquest tipus de tinta, han adquirit una tonalitat groguenca.

Per el contrari, les mostres d'impressió amb tintes pigment, així com les mostres del seu teixit, no presenten canvis evidents a primera vista.

Per una valoració objectiva d'aquests canvis produïts cal observar les dades recollides amb el colorímetre (ANNEX III).

Es mostra a continuació la comparació de les dades dels valors cromàtics  $L^*$   $a^*$   $b^*$  abans de la seva exposició i després de la seva exposició, així com el valor  $\Delta E^*_{ab}$ , que permet valorar el canvi ocorregut de mode absolut, com a un sol nombre. El valor  $dE^*_{a^*b^*}$  que apareix a continuació, fa referència a la diferència

entre valor exposat menys el valor previ a l'exposició a la llum UV. Aquest es calcula a partir de la fórmula  $\Delta E^*_{ab}=[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$

### ***Tintes pigment***

Totes les tintes pigment, així com el seu substrat (teixit de cotó), han sofert canvis en el seu valor cromàtic en major o menor mesura, respecte els valors presos amb anterioritat a la seva exposició a la llum UVA.

Les tintes més afectades per l'exposició a la llum tant a 500 com a 1000 hores han estat la verda i la groga<sup>80</sup>, i la que menys, la negra. Els canvis han incrementat substancialment al exposar-se a 1000 hores.<sup>81</sup>

La mitjana de canvi patit durant l'exposició a 500 hores ha estat de 1,85. Les tintes han patit canvi en relació al ordre descendent:

Groc > verd > magenta > blau > cian > vermell > negre.

La mitjana de canvi patit durant l'exposició a 1000 hores s'ha incrementat fins 3,86. Les tintes han patit canvi en relació al ordre descendent:

Groc > verd > magenta > cian > vermell > blau > negre.

Els canvis totals descrits per  $\Delta E^*_{ab}$ , ens descriuen el canvi total patit per les mostres després d'haver estat exposades, comparades amb el seus valors previs. A continuació es descriuen els canvis específics en els valors  $L^*$   $a^*$   $b^*$  de les mostres (  $L$ = lluminositat,  $a$  i  $b$  = color).

---

<sup>80</sup> Aquest fet possiblement podria explicar-se per que la tinta verda no és un color primari, sinó que estaria compost per groc i cian, per tant l'alta sensibilitat demostrada per la tinta pigment groga podria estar influent en el resultat de la tinta verda.

<sup>81</sup> Els danys provocats per la llum UV son cumulatiu, això podria explicar l'increment en el canvi que han patit comparant l'exposició a 500 i 1000 hores; en les mostres més sensibles, la xifra que representa el canvi s'ha multiplicat per més de dos en molts casos.

### Substrat tinta pigment. Teixit de cotó

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PTO	93,0222	-1,5902	4,4762	PTO	93,0222	-1,5902	4,4762
PT500	92,1595	-1,1388	5,7962	PT1000	91,2802	-0,9478	6,2322
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,8627	0,4513	1,3200		-1,7420	0,6423	1,7560
dE*ab	1,64			dE*ab	2,56		

- A 500h : augment del grau de groc (disminució de blau) i de vermell (disminució de verd). Pèrdua de lluminositat (enfosquiment).
- A 1000h : continua la mateixa tendència, amb un increment en el grau de groc i de vermell. També hi ha més enfosquiment.

### La tinta pigment verda

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PGO	52,8726	-28,2456	17,1536	PGO	52,8726	-28,2456	17,1536
PG500	53,9662	-27,5979	14,2269	PG1000	54,5132	-27,1180	11,0646
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	1,0936	0,6477	-2,9267		1,6406	1,1276	-6,0891
dE*ab	3,19			dE*ab	6,41		

- A 500 h d'exposició: disminució de grau de groc i verd (major grau de blau i vermell) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: segueix la mateixa tendència. Increment de pèrdua de groc i verd i per tant augment del grau de blau, vermell i de lluminositat.

### La tinta pigment vermella

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PRO	47,6421	51,2993	11,7463	PRO	47,6421	51,2993	11,7463
PR500	48,0441	50,7774	11,3857	PR1000	48,1673	50,0113	10,1053
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,4021	-0,5219	-0,3606		0,5252	-1,2881	-1,6409
dE*ab	0,75			dE*ab	2,15		

- a 500 h d'exposició: discreta disminució en el grau de groc i disminució més acusada en el grau de vermell (major grau de blau i verd) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: segueix la mateixa tendència, però de forma més acusada. Increment de pèrdua de groc i vermell (més acusada), relacionat amb augment del grau de blau, verd i de lluminositat.



### La tinta pigment blau

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PBO	35,6651	14,6042	-32,2400	PBO	35,6651	14,6042	-32,2400
PB500	36,5202	13,7821	-31,3152	PB1000	36,4600	13,7541	-30,4520
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,8551	-0,8221	0,9248		0,7949	-0,8501	1,7880
dE*ab	1,50			dE*ab	2,13		

- a 500 h d'exposició: disminució en el grau de blau i de vermell (major grau de groc i verd) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: manté estable la pèrdua de vermell i incrementa la pèrdua de blau, relacionat amb augment del grau de groc, verd i de lluminositat.

### La tinta pigment cian

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PCO	62,8435	-20,4229	-32,1980	PCO	62,8435	-20,4229	-32,1980
PC500	63,4816	-19,6809	-31,6306	PC1000	63,8984	-19,2782	-30,3462
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,6381	0,7420	0,5674		1,0549	1,1448	1,8518
dE*ab	1,13			dE*ab	2,42		

- A 500 h d'exposició: disminució en el grau de blau i de verd (major grau de groc i vermell) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: manté la tendència, incrementant la pèrdua de verd i de blau, relacionat amb augment del grau de groc, vermell i de lluminositat.

### La tinta pigment magenta

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PMO	48,7691	51,6939	-7,8316	PMO	48,7691	51,6939	-7,8316
PM500	49,6359	49,8122	-6,7217	PM1000	49,8786	48,6261	-6,2988
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,8668	-1,8816	1,1100		1,1094	-3,0678	1,5328
dE*ab	2,35			dE*ab	3,60		

- a 500 h d'exposició: disminució en el grau de blau i de vermell (major grau de groc i verd) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: manté estable la pèrdua de blau, incrementant la pèrdua de vermell, relacionat amb augment del grau de groc, verd i de lluminositat.

### La tinta pigment groc

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PYO	86,4329	-5,2377	70,1401	PYO	86,4329	-5,2377	70,1401
PY500	86,7782	-5,3479	66,8804	PY1000	86,8374	-5,2742	60,5052
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,3453	-0,1102	-3,2597		0,4045	-0,0364	-9,6349
dE*ab	3,28			dE*ab	9,64		

- a 500 h d'exposició: disminució en el grau de groc i de vermell (major grau de blau i verd) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: increment en la pèrdua de groc i recuperació de to vermell. Relacionat amb augment del grau de blau i discretament de verd. Augment de la lluminositat.

### La tinta pigment negre

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PKO	22,7923	0,8222	0,8194	PKO	22,7923	0,8222	0,8194
PK500	23,2464	0,4935	0,2585	PK1000	23,1955	0,5249	0,3348
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,4541	-0,3287	-0,5609		0,4032	-0,2973	-0,4846
dE*ab	0,79			dE*ab	0,70		

- a 500 h d'exposició: disminució lleugera en el grau de groc i de vermell (major grau de blau i verd) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: manté la mateixa tendència que a 500h, sense increment destacable dels valors.

### **Tintes reactives**

Totes les tintes pigment així com el seu substrat (teixit de cotó), han sofert canvis en el seu valor cromàtic en major o menor mesura, respecte els valors presos amb anterioritat a la seva exposició a la llum UVA. Els canvis totals de color han estat considerablement més pronunciats que en les tintes pigment.

Les tintes més afectades per l'exposició a la llum a 500 h han estat la cian i la magenta, i la que menys el vermell. En canvi, els valors totals de canvi a 1000h mostren com a tintes més afectades el magenta i el cian i la que menys el verd.

La mitjana de canvi patit durant l'exposició a 500 hores ha estat de 7,05. Les tintes han patit canvi en relació al ordre descendent:

Cian > Magenta > Blau > Groc > Verd > Negre > Vermell.

La mitjana de canvi patit durant l'exposició a 1000 hores s'ha incrementat fins 13,29. Les tintes han patit canvi en relació al ordre descendent:

Magenta > Cian > Groc > Blau > Vermell > Negre > Verd.

Els canvis totals descrits per dE\*ab, ens descriuen el canvi total patit per les mostres després d'haver estat exposades, comparades amb el seus valors previs. A continuació es descriuen els canvis específics en els valors L a b de les mostres ( L= lluminositat, a i b = color).

#### Substrat tinta reactiva. Teixit de cotó

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RTO	92,3205	-1,1532	7,9158	RTO	92,3205	-1,1532	7,9158
RT500	89,1537	1,9208	16,3765	RT1000	89,7742	0,9825	13,1648
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-3,1668	3,0740	8,4607		-2,5463	2,1356	5,2490
dE*ab	9,54			dE*ab	6,21		

- A 500h : considerable augment del grau de groc (disminució de blau) i de vermell disminució de verd). Pèrdua de lluminositat destacable (enfosquiment).
- A 1000h : Tendència contrària al període de 500 hores. Disminució de grau de groc i vermell respecte l'exposició a 500 hores. També hi ha més pèrdua de lluminositat (enfosquiment).

#### Tinta reactiva verda

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RGO	42,2678	-38,1461	17,6678	RGO	42,2678	-38,1461	17,6678
RG500	43,7106	-41,9088	13,9623	RG1000	46,6049	-37,8597	10,3674
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	1,4427	-3,7627	-3,7055		4,3371	0,2864	-7,3004
dE*ab	5,47			dE*ab	8,50		





- a 500 h d'exposició: disminució en el grau de groc i de vermell (major grau de blau i verd) i ha guanyat lluminositat. Relacionat amb augment de grau de blau i de verd.
- A 1000 h d'exposició: recuperació a valors inicials del grau de vermell i increment de la disminució de groc. Relacionat amb augment del grau de blau. Augment de la lluminositat.

#### Tinta reactiva vermell

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RRO	40,5080	51,0548	36,9172	RRO	40,5080	51,0548	36,9172
RR500	42,9134	51,2035	34,4991	RR1000	49,0872	47,5692	32,7896
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	2,4054	0,1487	-2,4181		8,5792	-3,4857	-4,1276
dE*ab	3,41			dE*ab	10,14		

- a 500 h d'exposició: canvi molt discret. Disminució en el grau de groc. El grau de vermell es manté estable (major grau de blau) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: lleuger increment de la pèrdua de grau de vermell i de groc. Relacionat amb augment molt subtil del grau de blau i verd. Augment de la lluminositat.

#### Tinta reactiva blava

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RBO	28,8694	4,5797	-33,1212	RBO	28,8694	4,5797	-33,1212
RB500	31,2424	1,2611	-26,6030	RB1000	36,0048	-0,4632	-22,8332
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	2,3730	-3,3186	6,5182		7,1354	-5,0428	10,2880
dE*ab	7,69			dE*ab	13,50		

- a 500 h d'exposició: Disminució en el grau de vermell i blau (major grau de groc i verd) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: mateixa tendència, incrementa pèrdua de grau de vermell i de blau. Relacionat amb augment de groc i verd. Augment de la lluminositat.

## Tinta reactiva cian

### Tinta reactiva cian

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RCO	56,6372	-31,5952	-30,7454	RCO	56,6372	-31,5952	-30,7454
RC500	56,6898	-32,6585	-18,6068	RC1000	59,9368	-28,5684	-15,0054
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,0527	-1,0633	12,1386		3,2997	3,0267	15,7400
dE*ab	12,19			dE*ab	16,36		

- a 500 h d'exposició: Disminució en el grau de blau (augment de groc) i estabilitat del grau de verd (vermell) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: incrementa pèrdua de grau de blau i apareix una pèrdua de ver. Relacionat amb augment de groc i vermell. Augment de la lluminositat.

## La tinta reactiva magenta

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RMO	51,7502	48,7312	3,4063	RMO	51,7502	48,7312	3,4063
RM500	56,2103	42,1157	8,2902	RM1000	64,5962	33,6892	6,4198
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,4602	-6,6155	4,8839		12,8460	-15,0420	3,0136
dE*ab	9,35			dE*ab	20,01		

- a 500 h d'exposició: Disminució en el grau de blau (augment considerable de groc) i lleugera pèrdua de vermell (augment de verd) i ha guanyat lluminositat.
- A 1000 h d'exposició: recuperació parcial del grau de blau i increment de pèrdua de vermell. Relacionat amb augment més moderat de groc i vermell. Augment de la lluminositat.

## La tinta reactiva groga

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RYO	78,1082	6,2498	78,2745	RYO	78,1082	6,2498	78,2745
RY500	77,4918	7,7965	70,9978	RY1000	79,7688	4,6718	63,3228
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,6163	1,5467	-7,2767		1,6607	-1,5780	-14,9517
dE*ab	7,46			dE*ab	15,13		

- a 500 h d'exposició: lleugera disminució en el grau de groc (augment de blau) i pèrdua de verd (augment de vermell) i ha perdut lluminositat

- A 1000 h d'exposició: pren una tendència oposada. Pèrdua de vermell (augment de verd) i pèrdua de groc (augment de blau). Augment de la lluminositat.

#### La tinta reactiva negra

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RKO	20,9382	0,7200	0,0948	RKO	20,9382	0,7200	0,0948
RK500	24,2722	1,4185	1,7290	RK1000	29,3518	1,9585	4,2038
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	3,3340	0,6985	1,6342		8,4137	1,2385	4,1090
dE*ab	3,78			dE*ab	9,44		

- a 500 h d'exposició: Disminució en el grau de blau (augment de groc) i pèrdua de verd (augment de vermell) i ha incrementat la lluminositat
- A 1000 h d'exposició: segueix la mateixa tendència, incrementant la pèrdua de blau (augment de groc) i de verd (augment de vermell). Augment de la lluminositat.

#### Conclusió

- Es confirma que l'acció de la llum UVA, té un efecte degradant de les tintes i capes de preparació de les impressions digitals sobre teixit amb tintes reactives i pigment *inkjet* amb base d'aigua. Aquesta degradació té un efecte molt més acusat en les tintes reactives que en les tintes pigment.

Tintes pigment	Tintes reactives
Canvi total mitjà a 500h dE*ab 1,85	Canvi total mitjà a 500h dE*ab 7,05
Canvi total mitjà a 1000h dE*ab 3,86	Canvi total mitjà a 1000h dE*ab 13,29

Pel que fa a la resistència a la llum UVA, es podria concloure que les tintes pigment serien més adequades per al seu us en tractaments de conservació-restauració, per la seva aparent superior resistència i menor alteració dels seus colors.

- Tots els colors de les tintes pigment i de les tintes reactives ( a excepció de la tinta reactiva groga exposada 500h), tant en la seva exposició a 500

com a 1000 hores han patit un increment en la seva lluminositat ( $L^*$ ). Aquest fet podria explicar-se per la disminució de la pigmentació de les mostres degut a l'acció oxidant de la llum UVA, que hauria disminuït la quantitat de partícules colorants en superfície i per transparència afloraria el blanc del substrat.

- Els substrats, per contra, han disminuït la seva lluminositat i han augmentat les seves tonalitats groguenques i vermelloses, especialment el substrat de les tintes reactives.

El substrat de les tintes pigment té un increment (subtil) de la coloració a tonalitats groguenques i vermelloses, de forma continua – a les 500h i 1000h -, mentre que el substrat de les tintes reactives presenta un increment (substancial) de les mateixes tonalitats a les 500 h per després tornar a disminuir. Aquest succés es podria explicar pel fet que les tintes pigment, generalment no necessiten d'una preparació del substrat a diferència de les tintes reactives. Amb l'acció de la llum UV podrien estar reaccionant compostos presents en el substrat que podrien patir una primera oxidació provocant l'enfosquiment general degut a la generació de compostos derivats d'aquest procés i la continua exposició de UV continuaria oxidant aquests compostos generats, eliminant-los-hi parcialment el color.

L'augment de la lluminositat del substrat a les 1000 h (especialment en les tintes reactives) es reflecteix en un augment de la lluminositat en els colors impresos.

- En les tintes pigment, el color més sensible a l'acció de la llum UVA ha resultat ser el groc, i semblaria que aquells colors com el verd que podrien contenir groc en la seva composició. El negre ha estat el color que ha patit menys canvis. La sensibilitat d'uns colors respecte a la dels altres no sembla patir canvis destacables amb l'increment d'exposició a la llum.
- En les tintes reactives, els colors més sensibles semblarien el cian i el magenta, i els que menys el negre i el verd. En aquest cas, la sensibilitat dels colors respecte dels altres si que sembla que pateix canvis destacables amb l'increment de l'exposició a la llum. Es creu que la

variabilitat d'aquests colors podria estar influïda per la reacció del substrat a la llum UVA, que adquireix tonalitats groguenques i vermelloses i perd significativament lluminositat a les 500h i en recupera a les 1000h, afectant als colors sustentats.

- Les diferències en l'alteració dels colors per l'acció de la llum UV en els dos tipus de tinta, podrien venir explicades per les diferències fisicoquímiques de la seva composició; les tintes reactives, uneixen les seves partícules colorants a la fibra tèxtil per mitjà de reaccions químiques, facilitades per la composició de la capa de preparació, mentre que les tintes pigment uneixen les seves partícules colorants a la fibra per forces mecàniques, gràcies a l'aglutinant/llegant de la seva composició. Així mateix, les tintes reactives parteixen de tints reactius, mentre que les tintes pigment, tal com el seu nom indica, parteixen de pigments. Tots aquests són factors que poden contribuir a la seva estabilitat vers l'acció de la llum UVA.

### 7.3. Prova de resistència al rentat

#### Introducció

En tractaments de conservació-restauració de teixits, quan es requereix la utilització de teixits de fibres naturals, els professionals tendiran a escollir teixits que estiguin prèviament rentats <sup>82</sup> (Cole, 2007, pág. 54) i lliure de substàncies producte de la fabricació dels teixits.

Aquest procés es duu a terme per dues raons principals: d'una banda es requereix l'eliminació d'aquelles substàncies presents en el teixit que pot dificultar una tinció uniforme o provocar degradacions accelerades de les fibres. D'altra banda, es vol donar la oportunitat al teixit d'encongir-se prèviament a ser

---

<sup>82</sup> El terme rentats en aquest context fa referència als termes en llengua anglesa *pre-scoured i stripped*, que no tenen traducció directa al català. *Scouring*, fa referència al procés industrial al que es sotmeten alguns teixits de cel·lulosa, que consisteix en rentats alcalins a altes temperatures que milloren l'habilitat de la fibra per absorbir el tint. *Stripping*, es refereix al procés industrial al que es sotmeten alguns teixits de seda, que consisteix en banys d'aigua calenta per tal d'eliminar la sericina de les fibres. (Cole, 2007, pág. 54)

usat en els tractaments de conservació-restauració. L'encongiment in-situ (un cop aplicat a la peça a tractar, pot provocar distorsions i tensions no desitjades que poden derivar en danys a la peça.

Quan no es troben disponibles teixits amb aquestes característiques de tractament, els conservadors-restauradors poden preparar alternativament els teixits rentant-los en aigua calenta; en alguns casos s'hi pot afegir petites quantitats de detergent<sup>83</sup>.

Tot i que durant el procés de producció de les impressions digitals amb tintes *inkjet* sobre teixit, els teixits teòricament són rentats en finalitzar el procés (veure procés de producció de les impressions digitals) i abans de ser entregades al client, existeixen dos motius principals per els quals els conservadors haurien de rentar de nou els teixits prèviament a la seva aplicació sobre una peça: d'una banda, tot i el rentat teòric que exerceix el productor, poden seguir quedant restes de les capes de preparació que porten els teixits per una bona adhesió de les tintes. Aquestes capes elaborades a partir de complexes fórmules, es desconeix com poden envellir i quins danys podrien causar; d'altra banda, les impressions poden patir pèrdua de color durant les primeres rentades, ja que molècules de tint que no han reaccionat durant el procés, queden soltes en superfície. Aquestes partícules colorants poden suposar un risc de tinció d'altres àrees de la pròpia impressió o inclús de la peça adjacent.

Existeixen normes ISO que estableixen criteris de rentat per a probes en l'àmbit industrial. En aquest treball es duu a terme un test de rentat imitant la manera en que un conservador-restaurador ho faria en el seu taller.

---

<sup>83</sup> Afegir detergent al rentat dels teixits en aquest context no és d'obligat compliment, sovint el rentat amb aigua calenta és suficient per a l'eliminació dels productes o impureses. El rentat només amb aigua desionitzada és el que s'aplica en algunes institucions com el CDMT (Centre de documentació i museu tèxtil de Terrassa, Espanya). En el cas de l'aplicació de detergents, aquests són específics per a l'àmbit de conservació-restauració tèxtil, no s'utilitzen detergents comercials; aquests s'escolliran en funció del tipus de fibra i de substància que es desitgi eliminar, els més comuns són els detergents aniònics i els no iònics.



## Objectiu

- Valorar la resistència al rentat a baixa i alta temperatura de les tintes pigment i les tintes reactives utilitzades en les impressions digitals *inkjet* sobre cotó.
- Valorar com el rentat de les impressions pot afectar la qualitat de les imatges impreses.

## Metodologia

### a. Mesura inicial de valors cromàtics amb colorímetre.

Per a una valoració objectiva dels valors cromàtics de les mostres (colors impresos amb tintes reactives, colors impresos amb tintes pigment i fragments dels teixits de les respectives tècniques) i dels canvis ocorreguts degut al rentat amb aigua destil·lada a 22°C i 70°C, es realitza la mesura dels valors  $L^*a^*b^*$  (veure en que consisteixen aquests valors en ANNEX III), amb un colorímetre Veure procediment en secció de colorimetria.

### b. Rentat de les mostres.

Es procedeix al rentat de 32 mostres, controlant la temperatura amb un termòmetre.

Paràmetres de rentat de les mostres	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aigua destil·lada</li> <li>- Pots de vidre al bany maria</li> </ul>	
Temps d'exposició	
Rentat a 22°C	Rentat a 70°C
7 mostres corresponents als colors (RGB,CMYK) + 1 mostra de teixit de cotó d'impressió en tintes REACTIVES	7 mostres corresponents als colors (RGB,CMYK) + 1 mostra de teixit de cotó d'impressió en tintes REACTIVES
7 mostres corresponents als colors (RGB,CMYK) + 1 mostra de teixit de cotó d'impressió en tintes PIGMENT	7 mostres corresponents als colors (RGB,CMYK) + 1 mostra de teixit de cotó d'impressió en tintes PIGMENT

Es procedeix al rentat de les mostres. Aquest es fa de forma individual per cada mostra <sup>84</sup>.

Cada mostra es renta en 50 ml<sup>85</sup> d'aigua destil·lada <sup>86</sup> amb un pH de 6,07, dins de pots de vidre.<sup>87</sup>

- Les mostres rentades a 22°C, s'introdueixen en els pots de vidre amb 50 ml d'aigua destil·lada i es deixen a temperatura ambient.
- Les mostres rentades a 70°C, s'introdueixen en els pots de vidre amb 50 ml d'aigua destil·lada i es posen al bany maria per tal d'aconseguir la temperatura desitjada.



*Imatge 51. Procés de rentat de les mostres individualment. CeladaPrior-568241\_1718\_59*

El rentat es fa en dos cicles; un primer cicle on es deixen en remull durant 15 minuts; es canvia

l'aigua i es tornen a deixar 15 minuts més. En total es tracta d'un rentat de 30 minuts.<sup>88</sup>

### **c. Assecat de les mostres.**

Un cop finalitzat el procés de rentat les mostres es deixen assecar a l'aire sobre una safata de plàstic (superfície plana i no porosa).

### **d. Mesura final de valors cromàtics amb colorímetre**

Seguint el mateix procés realitzat amb les mesures inicials dels valors cromàtics de les mostres, es repeteixen aquestes mesures post-rentat i es registren els resultats per al seu posterior tractament.

<sup>84</sup> Les mostres posteriorment al rentat, es sotmetran a mesures de pH. Per no provocar contaminacions entre mostres, i preservar la existència de diferències en els valors entre els diversos colorants, es renten individualment.

<sup>85</sup> Quantitat d'aigua suficient per cobrir completament la mostra.

<sup>86</sup> Aigua destil·lada comercial. Marca blanca dels supermercats Mercadona.

<sup>87</sup> La utilització de pots de vidre s'escull per evitar la transmissió de ions metàl·lics a les mostres, fet que podria alterar els resultats de les mesures posteriors de pH.

<sup>88</sup> La temperatura i temps de rentat s'han basat en l'experiència adquirida en el Victoria and Albert Museum de Londres, on el procés de rentat d'un teixit de llana per a ser tenyit posteriorment, es va realitzar a 60°C en dos cicles de 15 minuts. Segons les referències bibliogràfiques es troben valors recomanats entre 50°C i 100°C.

## Resultats

Finalitzat el període d'exposició de les mostres, de la mateixa manera que posteriorment a l'exposició de les mostres a l'acció de la llum UV, existeixen canvis perceptibles a ull nu en la coloració d'algunes de les mostres.

De igual manera com amb l'acció de la llum ultraviolada, les mostres corresponents a les impressions amb tintes reactives són les que presenten una pèrdua de color més evident en tots els colors, tant amb el rentat a 22°C com a 70°C, quedant l'aigua de rentat tenyida pel color sobrant de la impressió.

Per el contrari, les mostres d'impressió amb tintes pigment, així com les mostres del seu teixit, no presenten canvis evidents, ni es percep coloració en l'aigua de rentat.

Per una valoració objectiva dels canvis produïts en la coloració de les mostres en ambdós tipus d'impressió, es mesuren per segona vegada amb un colorímetre. Per veure les dades recollides amb el colorímetre, el seu tractament i les gràfiques comparatives generades anar a ANNEX III.

Es mostra a continuació la comparació de les dades dels valors cromàtics  $L^*$   $a^*$   $b^*$  abans de la seva exposició i després de la seva exposició, així com el valor  $\Delta E^*_{ab}$ , que permet valorar el canvi ocorregut de mode absolut, com a un sol nombre.

El valor  $\Delta E^*_{ab}$  que apareix a continuació, fa referència a la diferència entre valor exposat menys el valor prèvi a l'exposició. Aquest es calcula a partir de la fórmula  $\Delta E^*_{ab}=[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$

### ***Tintes pigment***

Totes les tintes pigment, així com el seu substrat (teixit de cotó), han sofert canvis en el seu valor cromàtic que es podrien qualificar de imperceptibles, respecte els valors presos amb anterioritat al seu rentat a 22 °C i 70°C.

Les tintes no han presentat una variació destacable, així com es pot veure variabilitat en la seva afectació per el rentat a 22°C i 70°C, sent algunes més afectades en el rentat en fred que en calent. Sempre variacions no destacables.

La mitjana de canvi patit durant el rentat a 22°C ha estat de 1,15. I la mitjana del canvi patit durant el rentat a 70°C ha estat de 0,90.

Els canvis totals descrits per dE\*ab, ens descriuen el canvi total patit per les mostres després d'haver estat rentades, comparades amb el seus valors previs. A continuació es descriuen els canvis específics en els valors L\* a\* b\* de les mostres ( L= lluminositat, a i b = color).

Substrat. Tinta pigment (teixit de cotó)

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PTO	93,0222	-1,5902	4,4762	PTO	93,0222	-1,5902	4,4762
P-RENT-22-O	93,0395	-1,6975	4,5285	P-RENT-70-O	93,0418	-1,6918	4,4445
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,0173	-0,1073	0,0523		0,0197	-0,1017	-0,0317
dE*ab	0,12			dE*ab	0,11		

- Rentat a 22°C: subtil augment del grau de verd. El nivell de groc es manté igual. Subtil augment de la lluminositat. Canvis pràcticament imperceptibles.
- Rentat a 70°C: manté la tendència, sense mostrar canvis suficientment rellevants.

Tinta pigment verd

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PGO	52,8726	-28,2456	17,1536	PGO	52,8726	-28,2456	17,1536
P-RENT-22-G	53,3663	-28,4875	17,8182	P-RENT-70-G	52,7976	-29,0897	17,9222
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,4937	-0,2419	0,6646		-0,0751	-0,8442	0,7686
dE*ab	0,86			dE*ab	1,14		

- Rentat a 22°C: augment del grau de verd i de groc Subtil augment de la lluminositat.



- Rentat a 70°C: manté la tendència, mantenint el nivell de groc i augmentant el verd. Lleugera pèrdua de lluminositat.

#### Tinta pigment vermell

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PRO	47,6421	51,2993	11,7463	PRO	47,6421	51,2993	11,7463
P-RENT-22-R	47,6790	51,5819	12,9541	P-RENT-70-R	47,5204	51,8908	13,1382
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,0369	0,2826	1,2078		-0,1217	0,5915	1,3919
dE*ab	1,24			dE*ab	1,52		

- Rentat a 22°C: augment del grau de vermell i de groc Subtil augment de la lluminositat.
- Rentat a 70°C: manté la tendència, mantenint el nivell de groc i augmentant el vermell. Lleugera pèrdua de lluminositat.

#### Tinta pigment blau

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PBO	35,6651	14,6042	-32,2400	PBO	35,6651	14,6042	-32,2400
P-RENT-22-B	37,4957	13,0869	-30,9397	P-RENT-70-B	35,0500	14,9342	-32,8913
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	1,8307	-1,5172	1,3003		-0,6151	0,3301	-0,6513
dE*ab	2,71			dE*ab	0,95		

- Rentat a 22°C: Pèrdua de blau i de vermell (augment de groc i verd) i subtil augment de lluminositat.
- Rentat a 70°C: presenta tendència contrària. Augment de blau i de vermell amb una lleugera pèrdua de lluminositat.

#### Tinta pigment cian

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PCO	62,8435	-20,4229	-32,1980	PCO	62,8435	-20,4229	-32,1980
P-RENT-22-C	63,8260	-20,4436	-31,8375	P-RENT-70-C	63,5211	-19,7560	-31,7442
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,9825	-0,0207	0,3605		0,6776	0,6669	0,4538
dE*ab	1,05			dE*ab	1,05		

- Rentat a 22°C: lleugera pèrdua de blau i manteniment de verd. Subtil augment de la lluminositat.
- Rentat a 70°C: lleugera pèrdua de blau i de verd (augment de groc i vermell) Subtil increment de lluminositat.

### Tinta pigment magenta

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PMO	48,7691	51,6939	-7,8316	PMO	48,7691	51,6939	-7,8316
P-RENT-22-M	49,0410	52,1410	-8,2402	P-RENT-70-M	49,0547	52,1313	-8,1639
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,2719	0,4471	-0,4086		0,2856	0,4374	-0,3323
dE*ab	0,66			dE*ab	0,62		

- Rentat a 22°C: subtil increment de blau i vermell. Subtil augment de la lluminositat.
- Rentat a 70°C: presenta valors pràcticament iguals al rentat a 22°C.

### Tinta pigment groc

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PYO	86,4329	-5,2377	70,1401	PYO	86,4329	-5,2377	70,1401
P-RENT-22-Y	86,0950	-5,1350	69,3722	P-RENT-70-Y	86,1912	-5,1199	69,9599
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,3379	0,1027	-0,7679		-0,2417	0,1178	-0,1802
dE*ab	0,85			dE*ab	0,32		

- Rentat a 22°C: subtil disminució de groc i augment de vermell (pèrdua de verd) . Subtil pèrdua de lluminositat.
- Rentat a 70°C: manté uns valors pràcticament iguals al rentat a 22°C.

### Tinta pigment negre

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
PKO	22,7923	0,8222	0,8194	PKO	22,7923	0,8222	0,8194
P-RENT-22-K	22,1319	1,0428	0,8401	P-RENT-70-K	22,0618	1,0458	0,8304
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,6604	0,2206	0,0207		-0,7305	0,2236	0,0110
dE*ab	0,70			dE*ab	0,76		

- Rentat a 22°C: subtil augment del vermell i manteniment del grau de groc. Subtil pèrdua de lluminositat.
- Rentat a 70°C: presenta valors pràcticament idèntics als del rentat a 22°C.

### **Tintes reactives**



Totes les tintes reactives, així com el seu substrat (teixit de cotó), han sofert canvis en el seu valor cromàtic respecte els valors presos amb anterioritat al seu rentat a 22 °C i 70°C. Aquests canvis són molt més acusats que en les tintes pigment.

Les tintes han presentat una pèrdua de color destacable, que es podia percebre en l'aigua de rentat. Existeix variabilitat en la seva afectació per el rentat a 22°C i 70°C, sent algunes més afectades en el rentat en fred que en calent.

La mitjana de canvi patit durant el rentat a 22°C ha estat de 7,91. I la mitjana del canvi patit durant el rentat a 70°C ha estat de 7,69.

Els canvis totals descrits per dE\*ab, ens descriuen el canvi total patit per les mostres després d'haver estat rentades, comparades amb el seus valors previs. A continuació es descriuen els canvis específics en els valors L\* a\* b\* de les mostres ( L= lluminositat, a i b = color).

#### Substrat. Tinta reactiva (teixit de cotó)

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RTO	92,3205	-1,1532	7,9158	RTO	92,3205	-1,1532	7,9158
R-RENT-22-O	92,2355	-1,2807	5,1502	R-RENT-70-O	91,7005	-1,0802	4,7182
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,0850	-0,1275	-2,7657		-0,6200	0,0730	-3,1977
dE*ab	2,77			dE*ab	3,26		

- Rentat a 22°C: lleugera pèrdua de groc i manteniment sense diferències destacables de vermell . Subtil pèrdua de la lluminositat.
- Rentat a 70°C: presenta valors pràcticament iguals als del rentat a 22°C.

#### Tinta reactiva verda

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RGO	42,2678	-38,1461	17,6678	RGO	42,2678	-38,1461	17,6678
R-RENT-22-G	45,6575	-44,0853	18,2850	R-RENT-70-G	44,4322	-43,0802	17,0545
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	3,3897	-5,9392	0,6172		2,1643	-4,9341	-0,6133
dE*ab	6,87			dE*ab	5,42		



- Rentat a 22°C: augment de verd (pèrdua de vermell) i manteniment de groc. Augment de la lluminositat.
- Rentat a 70°C: lleugera recuperació de vermell i manteniment del groc. Increment de lluminositat.

#### Tinta reactiva vermella

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RRO	40,5080	51,0548	36,9172	RRO	40,5080	51,0548	36,9172
R-RENT-22-R	47,6619	57,3823	39,6452	R-RENT-70-R	48,2392	58,0882	43,2443
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	7,1539	6,3275	2,7280		7,7312	7,0333	6,3271
dE*ab	9,93			dE*ab	12,22		

- Rentat a 22°C: subtil augment de groc i de vermell. Augment de la lluminositat.
- Rentat a 70°C: mateixa tendència, amb lleuger augment del groc i vermell.. Increment de lluminositat.

#### Tinta reactiva blava

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RBO	28,8694	4,5797	-33,1212	RBO	28,8694	4,5797	-33,1212
R-RENT-22-B	34,3510	4,5505	-36,4392	R-RENT-70-B	33,6452	3,5464	-37,1732
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	5,4816	-0,0292	-3,3181		4,7758	-1,0333	-4,0520
dE*ab	6,41			dE*ab	6,35		

- Rentat a 22°C: subtil augment de blau (pèrdua de groc) i manteniment de vermell. Augment de la lluminositat.
- Rentat a 70°C: mateixa tendència; mateix augment de blau amb lleuger augment del verd (pèrdua de vermell).. Increment de lluminositat.

#### Tinta reactiva cian

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RCO	56,6372	-31,5952	-30,7454	RCO	56,6372	-31,5952	-30,7454
R-RENT-22-C	61,4988	-39,4995	-29,6712	R-RENT-70-C	63,5757	-36,4913	-28,4117
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,8617	-7,9043	1,0743		6,9385	-4,8962	2,3338
dE*ab	9,34			dE*ab	8,81		

- Rentat a 22°C: subtil augment de groc i de verd. Augment de la lluminositat.



- Rentat a 70°C: mateixa tendència, amb lleugera recuperació de vermell  
Increment de lluminositat.

#### Tinta reactiva magenta

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RMO	51,7502	48,7312	3,4063	RMO	51,7502	48,7312	3,4063
R-RENT-22-M	56,3310	55,8558	0,2985	R-RENT-70-M	56,6208	55,0923	3,1784
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,5808	7,1247	-3,1078		4,8707	6,3611	-0,2279
dE*ab	9,02			dE*ab	8,01		

- Rentat a 22°C: pèrdua de groc (augment de blau) i augment de vermell.  
Augment de la lluminositat.
- Rentat a 70°C: Recuperació de groc a valors inicials i augment similar de vermell. Increment de lluminositat.

#### Tinta reactiva groga

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RYO	78,1082	6,2498	78,2745	RYO	78,1082	6,2498	78,2745
R-RENT-22-Y	81,1272	-0,6002	73,5972	R-RENT-70-Y	81,8275	-0,3662	72,6732
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	3,0190	-6,8500	-4,6773		3,7193	-6,6160	-5,6013
dE*ab	8,83			dE*ab	9,43		

- Rentat a 22°C: subtil disminució de groc i augment considerable de verd.  
Augment de la lluminositat.
- Rentat a 70°C: presenta valors pràcticament iguals al rentat amb 22°C.

#### Tinta reactiva negra

	L*	a*	b*		L*	a*	b*
RKO	20,9382	0,7200	0,0948	RKO	20,9382	0,7200	0,0948
R-RENT-22-K	24,9584	-2,1767	-0,5452	R-RENT-70-K	23,9299	-1,2515	-0,0916
DIFERENCIA	dL*	da*	db*	DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,0203	-2,8967	-0,6400		2,9917	-1,9715	-0,1864
dE*ab	5,00			dE*ab	3,59		

- Rentat a 22°C: augment de verd (pèrdua de vermell) i subtil pèrdua de groc (augment de blau). Augment de la lluminositat.
- Rentat a 70°C: mateixa tendència, amb menor increment del verd.  
Increment de lluminositat.

## Conclusió

- Es confirma que l'acció del rentat tant amb aigua freda com amb aigua calenta, té un efecte degradant de les tintes i capes de preparació de les impressions digitals sobre teixit amb tintes reactives i pigment *inkjet* amb base d'aigua. Aquesta degradació té un efecte molt més acusat en les tintes reactives que en les tintes pigment. En aquestes últimes, encara que hi és, resulta poc rellevant i pràcticament imperceptible en molts casos.

Tintes pigment	Tintes reactives
Canvi total mitjà a 22°C dE*ab 1,15	Canvi total mitjà a 22°C dE*ab 7,91
Canvi total mitjà a 70°C dE*ab 0,90	Canvi total mitjà a 70°C dE*ab 7,69

En relació a la residència al rentat, es podria concloure que les tintes pigment serien més adequades per al seu us en tractaments de conservació-restauració, per la seva aparent superior resistència i menor alteració dels seus colors.

- Pràcticament tots els colors de les tintes pigment han tendit a perdre lluminositat, en alguns casos la pèrdua s'ha incrementat amb el rentat a 70°C. En el cas de les tintes reactives, en termes generals han incrementat el seu grau de lluminositat ( $L^*$ ) tant en el rentat en fred com en calent.

En el cas de les tintes pigment, la pèrdua de grau de lluminositat podria venir donada per el substrat que de la mateixa manera que les tintes també ha perdut lluminositat; en el cas de les tintes reactives, de la mateixa manera que ocorria amb la seva exposició al a llum UV, la pèrdua de pigmentació – evident en l'aigua de rentat- podria augmentar el grau de lluminositat per la transparència creada del blanc del substrat.

- Els substrats – tant de les tintes pigment com de les tintes reactives-, per contra, han disminuït la seva lluminositat i han disminuït subtilment tonalitats vermelles i grogues, en tintes pigment i reactives corresponentment. La disminució de les coloracions podria venir donada

per l'eliminació de part o la totalitat de la capa de preparació en les tintes reactives i per l'eliminació de restes de lligant o aglutinant en les tintes pigment.

- En el cas del rentat de les mostres, no sembla haver-hi una correlació entre la disminució de lluminositat dels substrats i l'augment o disminució de la lluminositat de les tintes, ja que ambdós tipus de tinta presenten resultats diferents.
- Les tintes pigment, presenten canvis molt subtils amb el rentat a 22°C i pràcticament no s'evidencia una diferència amb l'augment de temperatura de l'aigua de rentat. En el cas de les tintes reactives, existeixen variacions destacables a 22°C (que es poden apreciar per la pèrdua de color en l'aigua de rentat), però l'augment a 70°C no sembla incrementar la pèrdua de color. Això fa pensar que l'element que afecta la pèrdua de color per rentat en aquestes tintes, seria el dissolvent, en aquest cas l'aigua, i que el factor temperatura tindria un paper menor.

La pèrdua de color de les tintes reactives, es va confirmar amb l'impressor que va dur a terme aquest tipus d'impressió, per tal de confirmar si el succés s'havia de considerar com a normal ja que en un treball de 2007 consultat, apareixien resultats contradictoris; s'especificava que les tintes reactives no havien patit pèrdua de color durant el seu rentat – en l'aigua de rentat- (Cole, 2007, pág. 60) però si s'observava pèrdua de la seva coloració final (mesura subjectiva). La pèrdua de color inicial va ser confirmada com quelcom normalitzat.

- De la mateixa manera que en el cas de les alteracions per l'acció de la llum UV, les diferències en l'alteració dels colors per l'acció de la llum UV en els dos tipus de tinta, podrien venir explicades per les diferències fisicoquímiques de la seva composició; les tintes reactives, adhereixen les molècules colorants a la fibra tèxtil per mitjà de reaccions químiques, facilitades per els elements de la capa de preparació, mentre que les tintes pigment uneixen les seves partícules colorants a la fibra per forces mecàniques, gràcies a l'aglutinant/lligant de la seva composició, quedant

en superfície. Així mateix, les tintes reactives parteixen de tints reactius (que penetren en la fibra), mentre que les tintes pigment, tal com el seu nom indica, parteixen de pigments (que es mantenen en superfície).

- La pèrdua de color que veiem en les tintes reactives consisteix segurament en les molècules de tint que no han reaccionat durant el procés d'impressió. Caldria comprovar en futurs rentats com aquestes tintes reaccionen al rentat versus les tintes pigment, que al quedar en superfície i només adherides a la fibra per forces mecàniques, podrien donar pitjors resultats amb rentats successius.
- Tot i això, amb la intencionalitat de dedicar aquest tipus d'impressió a tractaments de conservació-restauració, és molt improbable que aquests teixits requereixin de múltiples rentades, per tant, aquest últim no seria un factor determinant per la seva aplicació.

#### 7.4. Prova de solubilitat dels colors

##### **Introducció**

En relació amb els objectius plantejats en relació a la necessitat del rentat del teixit imprès previ a la seva utilització com a tractament de conservació-restauració sobre peces patrimonials, un dels factors més importants que sorgeixen i que cal tenir en compte és la solubilitat dels colorants.

Com s'ha esmentat anteriorment, els colorants que romanen en superfície i que no han patit les reaccions químiques necessàries per lligar-se amb les fibres tèxtils del substrat, es mantenen lliures i per tant es poden transferir a altres superfícies.

Més enllà de les implicacions estètiques que la pèrdua de color pot comportar per la qualitat de la imatge impresa, la transferència a altres àrees de la pròpia impressió, de la peça on s'apliqui o bé a altres peces és el factor que pren més importància, ja que podria provocar danys destacables.



La valoració de la solubilitat dels colors presents en les fibres tèxtils, és un procés imprescindible davant la presa de decisions en relació al tractament humit de les peces tèxtils. Quan es presenta la necessitat d'aplicar un tractament humit en una peça tèxtil, com el rentat per immersió, tots els colors de la peça són testats per tal d'assegurar que no fugiran en contacte amb el dissolvent escollit (el més freqüent l'aigua) i amb els additius coadjuvant del procés, o bé per escollir quin dissolvent serà el més adequat per a dur a terme el tractament, en funció de la seva afinitat amb la fibra, el colorant i la brutícia a eliminar.

La realització de les proves de solubilitat pot presentar diversos protocols, produint-se in-situ (sobre la obra) o per presa de mostra, però tots valoraran la resistència a la solubilitat dels colorants presents en les fibres en funció dels dissolvents i productes coadjuvants planificats per al tractament. De forma general, el dissolvent més utilitzat en les proves de solubilitat serà l'aigua desionitzada; sovint a aquesta s'hi afegiran detergents, a mode de simulació de la composició del bany que s'aplicarà en el procés de neteja en humit.

Els detergents utilitzats en conservació-restauració de teixits són específics per aquest camp, amb composicions pures principalment de surfactants aniònics o no iònics, que s'aplicaran en funció del tipus de brutícia a eliminar i de la fibra que composi el teixit. No s'aplica l'ús de detergents comercials, ja que aquests incorporen multitud d'agents com blanquejadors òptics i suavitzants, esdevenint en formulacions complexes.

En aquest treball, la manca d'accés als detergents específics utilitzats en el camp de la conservació-restauració, ha determinat fer les proves de solubilitat només amb aigua, en aquest cas destil·lada <sup>89</sup>, adaptant el protocol establert al taller de conservació-restauració tèxtil del Victoria & Albert Museum de Londres<sup>90</sup> per testar la solubilitat del color de les fibres per extracció de mostra, que coincideix

---

<sup>89</sup> En els tallers de conservació-restauració que disposen d'instal·lacions de desionització d'aigua com en el *CDMT* (Centre de Documentació i Museu Tèxtil de Terrassa) o el *Victoria and Albert Museum* de Londres, s'utilitza aigua desionitzada per a tots els tractaments. En el cas d'aquest treball, la manca d'accés a aigua amb aquestes característiques, comporta l'ús d'aigua destil·lada comercial.

<sup>90</sup> On afegeixen detergents en la realització de les proves de solubilitat.

amb el mateix tipus de test descrit a fonts bibliogràfiques de referència com les publicades per Sheila Landi (*The Textile Conservator's Manual*, 1992, pág. 50) o el *Textile Specialty Group of the American Institute of Conservation* (TSG Chapter V. Analysis and Testing Methods for Textiles -Section B. Spot tests for Colorfastness, 1998). L'adaptació d'aquests dos protocols consisteix en dos punts:

- La utilització d'aigua destil·lada. L'aigua de us més comú és l'aigua desionitzada, però també es considera l'aigua destil·lada (*Textile Specialty Group. American Institute of Conservation*, 1998). Sempre caldrà aplicar el mateix tipus d'aigua o dissolvent en les proves de solubilitat i en el tractament posterior per al qual s'han dissenyat.
- Utilització d'únicament aigua com a dissolvent, sense l'addició de detergents o coadjuvants.
- La utilització de fragments de teixit imprès de 0,5 x 0,5 cm, en comptes de fibres amb colorant. En la tècnica d'impressió, a diferència de la de tinció per saturació, el colorant queda en les capes superficials de la fibra, per tant l'elecció de fibres amb suficient colorant resultava complex. En aquest cas, que l'anàlisi sigui destructiu no afecta a la peça, per tant es prenen mostres d'unes dimensions suficients per apreciar-ne les reaccions ocorregudes.

## Objectiu

- Valorar el grau de solubilitat de les tintes *inkjet* reactives i de pigment amb base d'aigua en contacte amb aigua destil·lada, i el moment en que aquesta es produeix.
- Comparar el grau de solubilitat de les tintes *inkjet* reactives i de pigment amb base d'aigua en contacte amb aigua destil·lada, i el moment en que aquesta es produeix, de les impressions directes del fabricant i aquelles sotmeses a una exposició de llum UV i aquelles rentades a 22°C i 70°C.

## Metodologia

A diferència de la prova de resistència del rentat, en que es va utilitzar un sistema de valoració dels resultats objectiu, la colorimetria, en aquest cas es tracta d'una valoració subjectiva, donat que no es disposava d'un mètode per poder valorar de forma objectiva la quantitat de tint migrat de les mostres.

### a. Preparació de les mostres.

Es preparen 70 mostres, en format de quadrats de 0,5 x 0,5 cm corresponents a:

Tipus de tinta	Numero de mostres	Tipus de mostra
REACTIVA	7	colors RGB CMYK arribats del fabricant
	7	colors RGB CMYK exposades a 500 hores de llum UV.
	7	colors RGB CMYK exposades a 1000 hores de llum UV.
	7	colors RGB CMYK rentades a 22°C.
	7	colors RGB CMYK rentades a 70°C.
PIGMENT	7	colors RGB CMYK arribats del fabricant
	7	colors RGB CMYK exposades a 500 hores de llum UV
	7	colors RGB CMYK exposades a 1000 hores de llum UV.
	7	colors RGB CMYK rentades a 22°C.
	7	colors RGB CMYK rentades a 70°C.

Aquestes mostres es disposen sobre quadrats de paper secant de 3cm x 3cm, numerats amb llapis amb el nom de cada mostra. Aquests es reparteixen sobre la superfície no porosa d'una safata de plàstic blanc.

Posteriorment, s'aplica una boleta de cotó fluix, mullat amb aigua destil·lada de pH 6,07 (veure referència de l'aigua utilitzada en el rentat de les mostres) a sobre de cadascuna de les mostres, i es cobreix tota la safata amb film de plàstic per evitar que el procés accelerat de l'evaporació de l'aigua.

### b. Registre del progrés.

Es realitza un registre controlant quins canvis s'han produït en les mostres als 30minuts, 1 hora , 2 hores, 3 hores i al assecat total de les mostres.

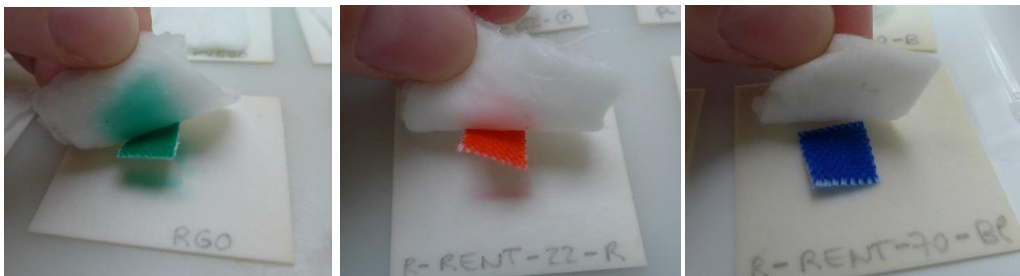
Es controla si hi ha signes de migració del color de les mostres al paper secant i/o al cotó que les cobreix.

Durant el procés d'avaluació dels 30 minuts a les 3 hores, es mantenen les mostres humides, afegint gotes d'aigua destil·lada sobre els cotons quan és necessari. A partir de les 3 hores, s'elimina el plàstic cobertor i es deixa que les mostres, juntament amb els cotons que les cobreixin, s'assequin completament.<sup>91</sup>

## Resultats

Finalitzat el període d'exposició de les mostres al contacte de l'aigua destil·lada, existeixen canvis perceptibles que marquen una gran diferència entre els dos tipus de tinta testats. Mentre que tal i com es va manifestar durant el procés de rentat, les tintes reactives presenten un nivell de solubilitat en aigua molt alt, les tintes pigment, aparentment romanen estables, sense demostrar una migració dels seus colors.

El grau de solubilitat de les tintes reactives, varia en funció de l'exposició que han rebut prèviament. Totes les mostres impreses amb aquesta tècnica, a excepció d'aquelles rentades prèviament a una temperatura de 70°C, mostren migració de color. Les mostres arribades del fabricant, així com aquelles exposades prèviament a llum UV durant 500 i 1000 hores, presenten un grau elevat de migració de color; aquelles rentades a 22°C, presenten un menor grau de migració de color, i finalment aquelles prèviament rentades a 70°C no presenten una migració evident.



Imatge 52. Exemples de solubilitat de les tintes. Valoració de la solubilitat. D'esquerra a dreta: alt, mig i cap. CeladaPrior-568241\_1718\_60

<sup>91</sup> El procés d'assecat va tardar 72 hores en completar-se totalment.



<p>Nivell de solubilitat de les mostres en aigua destil·lada.  MOMENT EN QUE APAREIX LA SOLUBILITAT DELS COLORS I GRAU DE SOLUBILITAT  0 CAP  + POC  ++ MITG  +++ ALT  ↔ MANTENIMENT (NO AUGMENTA LA MIGRACIÓ DE COLOR)  (mesura subjectiva del color migrat al cotó i al paper secant)</p>						
NUM	NOM MOSTRA	30 minuts	1 hora	2 hores	3 hores	Assecat
1	PGO	0	0	0	0	0
8	PG500	0	0	0	0	0
15	PG1000	0	0	0	0	0
53	P-RENT-22-G	0	0	0	0	0
67	P-RENT-70-G	0	0	0	0	0
2	PRO	0	0	0	0	0
9	PR500	0	0	0	0	0
16	PR1000	0	0	0	0	0
54	P-RENT-22-R	0	0	0	0	0
68	P-RENT-70-R	0	0	0	0	0
3	PBO	0	0	0	0	0
10	PB500	0	0	0	0	0
17	PB1000	0	0	0	0	0
55	P-RENT-22-B	0	0	0	0	0
69	P-RENT-70-B	0	0	0	0	0
4	PCO	0	0	0	0	0
11	PC500	0	0	0	0	0
18	PC1000	0	0	0	0	0
57	P-RENT-22-C	0	0	0	0	0
71	P-RENT-70-C	0	0	0	0	0
5	PMO	0	0	0	0	0
12	PM500	0	0	0	0	0
19	PM1000	0	0	0	0	0
56	P-RENT-22-M	0	0	0	0	0
70	P-RENT-70-M	0	0	0	0	0
6	PYO	0	0	0	0	0
13	PY500	0	0	0	0	0
20	PY1000	0	0	0	0	0
58	P-RENT-22-Y	0	0	0	0	0
72	P-RENT-70-Y	0	0	0	0	0
7	PKO	0	0	0	0	0
14	PK500	0	0	0	0	0
21	PK1000	0	0	0	0	0
59	P-RENT-22-K	0	0	0	0	0
73	P-RENT-70-K	0	0	0	0	0



22	RGO	+++	↔	↔	↔	↔
29	RG500	+++	↔	↔	↔	↔
36	RG1000	+++	↔	↔	↔	↔
60	R-RENT-22-G	++	↔	↔	↔	↔
74	R-RENT-70-G	0	0	0	0	0
23	RRO	+++	↔	↔	↔	↔
30	RR500	+++	↔	↔	↔	↔
37	RR1000	+++	↔	↔	↔	↔
62	R-RENT-22-R	++	↔	↔	↔	↔
75	R-RENT-70-R	0	↔	↔	↔	↔
24	RBO	+++	↔	↔	↔	↔
31	RB500	+++	↔	↔	↔	↔
38	RB1000	+++	↔	↔	↔	↔
61	R-RENT-22-B	++	↔	↔	↔	↔
76	R-RENT-70-B	+	↔	↔	↔	↔
25	RCO	+++	↔	↔	↔	↔
32	RC500	+++	↔	↔	↔	↔
39	RC1000	+++	↔	↔	↔	↔
63	R-RENT-22-C	++	↔	↔	↔	↔
78	R-RENT-70-C	+	↔	↔	↔	↔
26	RMO	+++	↔	↔	↔	↔
33	RM500	+++	↔	↔	↔	↔
40	RM1000	+++	↔	↔	↔	↔
64	R-RENT-22-M	++	↔	↔	↔	↔
77	R-RENT-70-M	0	0	0	0	0
27	RYO	+++	↔	↔	↔	↔
34	RY500	+++	↔	↔	↔	↔
41	RY1000	+++	↔	↔	↔	↔
65	R-RENT-22-Y	++	↔	↔	↔	↔
79	R-RENT-70-Y	0	0	0	0	0
28	RKO	+++	↔	↔	↔	↔
35	RK500	+++	↔	↔	↔	↔
42	RK1000	+++	↔	↔	↔	↔
66	R-RENT-22-K	++	↔	↔	↔	↔
80	R-RENT-70-K	0	0	0	0	0

## Conclusió

- Mitjançant la valoració en diferents temps i fins a l'assecat total de les mostres, permet veure que la migració del color es produeix durant els primers 30 minuts d'exposició i que la quantitat de coloració alliberada no



sembla augmentar amb el pas del temps. Així mateix, aquelles mostres que no han mostrat signes de migració del seu color durant la tapa humida de la prova, tampoc ho han fet durant el procés d'assecat.

- Aquests resultats fan pensar que les partícules colorants de les impressions que migren cap al cotó i el paper secant, es tractaria d'un excés de tinta que no ha reaccionat amb les fibres, ja que aquest disminueix amb el rentat, particularment a altes temperatures.
- Aquest resultat es contrasta amb el fabricant, per tal d'establir si la migració de color en aquesta tècnica ( tintes reactives) és un succés normal o bé quelcom extraordinari. El fabricant confirma que és normal que es produeixi certa quantitat de color durant les primeres rentades d'aquest tipus d'impressions, com s'ha esmentat en l'apartat de prova de resistència al rentat, la valoració de la migració de color contrasta amb lo exposat per Alice Cole en el seu treball *Digital Printing for textile conservation* (2007, pág. 60).
- Aparentment, pel que fa a les mostres exposades a llum UV (500 i 1000 hores), no sembla que presentin diferències respecte a les mostres arribades del fabricant.<sup>92</sup>
- Pel que fa a totes les mostres amb tintes pigment, no mostren migració del seu color.
- Els resultats obtinguts amb el test de solubilitat dels colors de les mostres ens permet concloure que en termes de solubilitat de les tintes, tant les tintes pigment com les tintes reactives podrien ser aplicades a tractaments de conservació, sempre i quan, les impressions amb tintes reactives siguin sotmeses a un rentat ( de mínim dos cicles de 15 minuts cadascun) a altes

---

<sup>92</sup> Es fa difícil establir si l'exposició a la llum UV ha causat algun tipus de modificació en l'estructura fisicoquímica de les tintes i aquesta hagi modificat el seu grau de solubilitat. Hauria estat necessari exposar a la llum UV mostres prèviament rentades.

temperatures (mínim 70°C), per tal d'eliminar les partícules de tinta sobrants que romanen en superfície ( així com de capes de preparació).

- Aquest procés pot influir en la qualitat de la coloració de la imatge, com es pot veure en l'apartat de prova de resistència al rentat, aspecte que caldrà valorar en l'elecció d'aquesta tinta en particular ja que condicionarà l'aparença de les imatges aconseguides.

## 7.5. Colorimetria

### Introducció

Alhora de mesurar els valors cromàtics, totalment subjectius, es requereix d'un mètode d'anàlisi objectiu basat en un sistema estandarditzat que permeti l'enteniment dels resultats obtinguts de forma internacional i la comparació amb altres estudis.

La colorimetria, utilitza espectrofotòmetres i colorímetres per tal de captar en valors numèrics convencionals i d'ús internacional els valors cromàtics dels materials, per tal de poder establir comparacions o fer-ne reproduccions d'una forma fidedigne i objectiva. Aquests sistemes de mesura s'apliquen a la indústria com a mesura en els controls de qualitat de la producció; s'apliquen també en l'àmbit del patrimoni, per monitoritzar l'estat de les col·leccions, així com també en estudis de materials, per monitoritzar canvis produïts en les coloracions dels materials.

Els colorímetres, a diferència de l'ull humà, permeten quantificar de forma acurada els colors; expressen els colors de forma numèrica d'acord a estàndards internacionals, un dels més usats és el sistema CIELAB ( veure explicació del model de color CIELAB a apartat X, pagina X).

Els colorímetres tenen una sensibilitat que es correspon amb la de l'ull humà, però donat que les mesures amb aquests aparells es prenen sempre sota unes

mateixes condicions d'il·luminació, les mesures que prendrà seran sempre les mateixes (Minolta, 2003, pág. 14).

En aquest treball s'aplica el us del colorímetre per tal de quantificar els canvis ocorreguts en les mostres d'impressió *inkjet* amb tintes reactives i tintes pigment posteriorment a ser sotmeses a l'exposició de llum UV i al rentat amb aigua.

## Objectiu

- Quantificar de forma objectiva les variacions de color produïdes en les mostres exposades a l'acció de la llum ultraviolada i del rentat amb aigua destil·lada, de les mostres impreses en color i d'aquelles constituïdes per fragments de suport sense impressió.

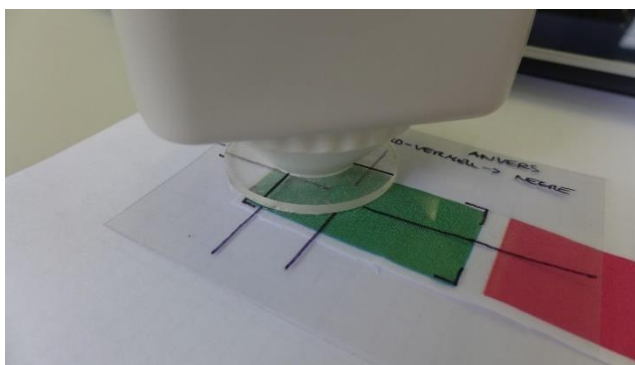
## Metodologia

### a. Elaboració de mascara de re-posicionament ( plantilla).

Es crea una plantilla amb plàstic d'acetat transparent, que localitza tres punts sobre la superfície de les mostres, permetent el posicionament i re-posicionament del colorímetre sobre la mostra de manera idèntica en totes les preses de mesures realitzades.

Sobre l'acetat, amb un retolador de tinta permanent, es marca l'anvers del mateix i la posició en la que s'han de situar les mostres. Aquestes es troben marcades amb llapis per el revers per tal de reconèixer sempre la mateixa posició.

A l'acetat es marca la posició de les cantonades de cada mostra ( de format rectangular) que permet la col·locació sempre en la mateixa posició sobre la mostra. De la mateixa manera es



*Imatge 53. Us de la màscara de reposicionament o plantilla per prendre les mesures dels valors de colorimetria. CeladaPrior-568241\_1718\_61*

situen tres forats de 0,5 cm de diàmetre, que marcaran el posicionament dels

tres espots on es prendran les mesures; en aquests es situen marques en forma de creu que contribuiran a facilitar l'emplaçament del colorímetre en la posició correcta, ja que aquest model no disposa de visor superior. S'utilitza la plantilla per totes les mesures.

#### **b. Paràmetres del colorímetre.**

Per la realització de les mesures de color s'utilitza el colorímetre del model NR 110 de 3NH Technology Co., LTD amb número de sèrie 1102568 ( comercialitzat per Quantotec S.L. i propietat del departament de Conservació-Restauració de la Facultat de Belles arts de la Universitat de Barcelona).

#### **c. Paràmetres per realitzar les mesures.**

- Les mesures es realitzen amb llum de dia, i sobre un fons neutre/inert blanc creat amb un paper secant, evitant que la possible transparència de les mostres afectés els resultats finals donat el color de la superfície de la taula.
- El colorímetre es configura i calibra segons instruccions del fabricant per ser utilitzat en mode de color CIE  $L^*a^*b^*$ .
- Les mesures es prenen amb el colorímetre connectat a l'ordinador on es troba instal·lat el software que permet realitzar les lectures des del monitor.

#### **d. Mesuraments**

**Mesuraments inicials.** Es realitzen mesures inicials de totes les mostres abans de ser exposades a les diverses proves. Aquestes mesures ens donaran els valors de referència cromàtica inicial.

- Procés de mesura:
  - o Es posiciona la mascara de re-posicionament sobre la mostra.
  - o A continuació, es posiciona el colorímetre seguint les marques indicatives de posició al voltant dels forats de l'acetat.
  - o Es realitzen tres mesuraments re-posicionant (aixecant el colorímetre i recol·locant la plantilla), i en cadascuna d'aquestes preses de mesura es realitzen dues mesures sense re-posicionar.

Aquest procés es repeteix en els tres espots determinats a la plantilla.

Primerament es pren la mesura de color del fons inert que estem fent servir i a continuació es repeteix el mateix procés per a totes les mostres a analitzar.

**Mesuraments post exposició de les mostres.** Un cop les mostres han estat exposades a l'acció de la llum UV i de l'aigua destil·lada, es repeteixen els mesuraments seguint el procés indicat en les mesures inicials i mantenint la mateixa plantilla d'acetat, que ens permetrà mesurar els mateixos punts exactes.

#### **e. Registre de dades**

- Es registren les dades dels valors  $L^*a^*b^*$  de totes les mesures preses per cada mostra, generant un total de 18 mesures registrades per cada mostra.

Es crea full de càlcul amb el software de Microsoft® Excel®, per al tractament de les dades. Aquest permet recollir els valors  $L^*a^*b^*$  de les 18 mesures registrades per cada mostra, calcular-ne les mitjanes aritmètiques i aplicar la fórmula per aconseguir el valor  $\Delta E^*_{ab}=[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$  (veure ANNEX III per registre de dades).

#### **f. Tractament de dades**

- Es calculen les mitjanes aritmètiques dels valors  $L^*a^*b^*$  de cada espot i del total de les mesures dels tres espots.
- Quan es comparen els valors obtinguts a les mesures obtingudes després d'exposar les mostres amb els valors de les mesures inicials, les xifres de les mitjanes aritmètiques dels valors  $L^*a^*b^*$ , ens donen informació sobre si hi ha hagut variacions en la lluminositat i coloracions de la segona mostra, però no ens donen informació sobre quina és la diferència total de color entre mostres.
- Aplicant els valors de  $\Delta L^*$   $\Delta a^*$   $\Delta b^*$  (els valors de les mitjanes aritmètiques posteriors a l'exposició de les mostres es resten als valors inicials) a la equació  $\Delta E^*_{ab}=[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$  obtenim el valor  $\Delta E^*_{ab}$ , que representa la diferència total de color entre mostres. (Konica Minolta Sensing Americas, 2018) (el símbol  $\Delta$  vol dir "diferència de").

- Posteriorment al tractament de les dades, s'elaboren gràfics que comparen la situació dels valors cromàtics  $a^*$  i  $b^*$  de les diverses mostres, entre les mesures inicials i les realitzades després de la seva exposició. Aquest permeten veure els canvis ocorreguts.

## Resultats

Els resultats de les mesures realitzades amb el colorímetre es poden trobar als apartats corresponents als resultats de les proves de resistència a l'exposició a llum UVA i residència al rentat amb aigua. Així mateix, la recollida i tractament de totes les dades es pot trobar a l'annex, colorimetria.

## Conclusió

Les conclusions, de la mateixa manera que els resultats es poden trobar als apartats pertinents a cada prova de resistència per a la que s'ha usat la colorimetria com a tècnica de mesura.

### 7.6. Mesura de pH

#### Introducció

El valor de pH d'un material o objecte, és una consideració a tenir en compte i que condicionarà la selecció d'actuacions i tractaments de conservació-restauració dirigits a la seva preservació. Així mateix, l'aplicació de materials, productes o tractaments sobre obres de patrimoni tèxtil, quedarà determinada per el valor de pH dels diversos materials, que establirà compatibilitats i incompatibilitats de cara a la seva futura preservació.

El pH és una mesura d'acidesa o alcalinitat d'una substància aquosa. El pH (potencial d'Hidrogen) indica la concentració de ions d'hidrogen  $[H]^+$  presents en una determinada substància. El pH es defineix com el logaritme negatiu en base 10 de l'activitat de ions hidrogen i s'expressa en mols per litre (mol/L) (Calvo, 1997) (Tse, 2007).



El valor de pH en solucions aquoses es mesura en una escala de 0 a 14, on 7 (a 25°C), la substància es considera neutre. Els valors de 0 a 7 indiquen que la substància és àcida i per sobre de 7 i fins a 14 es bàsica o alcalina (Calvo, 1997) (Tse, 2007). Quan una substància és neutra (valor de 7), el nombre de ions de hidrogen (cations  $H^+$ ) i ions hidroxil (anions  $OH^-$ ) és igual. Quan el nombre de ions hidrogen és superior als hidroxils, la substància és àcida (valors de  $<7$ ). Si es dóna el cas contrari, la substància serà alcalina ( $>7$ ) (Tse, 2007).

El valor de pH és fonamental en relació als materials que constitueixen el patrimoni tèxtil. Les fibres tèxtils i els elements colorants que contenen, presentaran valors de pH distintius; conèixer els valors considerats com a normals dels diversos elements constitutius permet la detecció de processos de degradació i permet l'elecció correcta dels materials més compatibles a nivell fisicoquímic.

En termes generals, quan parlem de fibres naturals, les fibres tèxtils cel·lulòsiques (p.ex. cotó i lli) tendiran a presentar valors de pH més alcalins que les fibres naturals proteiques (p.ex. seda i llana) (Foundation of the American Institute for Conservation, 2018) amb valors normalment àcids i per tant, les modificacions d'aquests valors de pH propis de les fibres, poden induir a processos de degradació de les mateixes, causant el trencament d'enllaços moleculars i debilitant-ne l'estructura (Quye, 2013).

En l'elecció dels materials utilitzats en els tractaments de conservació-restauració de les peces tèxtils cal tenir en compte, més enllà de les característiques físiques, la compatibilitat de valor de pH, per tal de no afectar les peces on s'apliquen. En el cas concret que centra aquest treball, serà essencial valorar el pH de les impressions digitals amb tintes *inkjet* a l'aigua, per tal de determinar la seva idoneïtat en relació a aquest aspecte, per la seva aplicació en el context de conservació-restauració.

Existeixen diversos mètodes per realitzar l'anàlisi del valor de pH, depenent de les característiques del material a analitzar (solubilitat del material i possibilitat d'obtenció de mostra). Existeixen els mètodes de mesura en superfície, que mesuraran el pH sense extreure mostra, per contacte del detector del pH-metre amb la superfície humida del material, i els mètodes de micro-extracció, que requeriran l'extracció d'una petita mostra de material que serà dissolta i aquesta dissolució mesurada per immersió de l'elèctrode. Els mètodes de micro-extracció ens aporten una informació més acurada i reproduïble del valor de pH dels materials (Textile Specialty Group. American Institute for Conservation, 1995) (Tse, 2007).

Es fa imprescindible el coneixement del valor de pH de les impressions digitals amb tintes reactives i pigment *inkjet* per tal d'establir la seva idoneïtat en l'aplicació com a tractament de conservació-restauració de teixits.

En aquest treball es fa la mesura dels valors de pH de les mostres d'ambdues tintes abans i després de ser exposades a la llum UV i al rentat amb aigua freda i calenta, per mitjà del mètode de micro-extracció en fred.

## Objectiu

- Caracteritzar el valor de pH de les mostres d'impressions digitals sobre teixit amb tintes reactives i tintes pigment *inkjet*, per mitjà de l'extracció en fred per dissolució, per poder determinar la seva idoneïtat com aplicació en tractaments de conservació-restauració de patrimoni tèxtil.
- Establir si existeixen diferències en els valors de PH entre els diversos colors analitzats.
- Establir si existeixen diferències entre els valors de les mostres rebudes del fabricant i aquelles sotmeses a l'acció de la llum UV i del rentat amb aigua.

- Establir si existeixen diferències entre els valors dels suports impresos i aquells sense tinta d'impressió.

## Metodologia

Existeixen una sèrie de factors que influeixen en els resultats del valor del pH, que s'han tingut en compte en les mesures realitzades en aquest treball. Aquests són els descrits per Tse (Guidelines for pH measurement in Conservation, 2007, págs. 2- 4):

- **Qualitat de l'aigua usada** en el procediment d'extracció de pH: La qualitat i el valor de pH de l'aigua serà determinant en el valor de pH obtingut. Els mètodes estandarditzats requereixen al menys aigua Tipus II o III, destil·lada o desionitzada, amb un valor de pH entre 6.5 i 7.2.
- **Duració de l'extracció:** a més temps d'extracció, més quantitat de ions seran extrets. La majoria de processos estàndard recomanen un període d'extracció mínim d'una hora. També s'utilitza un període de 24 hores.
- **Rati quantitat d'aigua-quantitat de mostra:** aquest rati afecta a la concentració de ions per al mesurament. Per a la reproductibilitat de l'anàlisi serà necessari fer servir ratis estandarditzats.
- **Temperatura de l'aigua:** l'aigua s'hauria de mantenir a temperatura ambient (22-25°C) durant l'extracció i mesura del pH. També és necessària el calibratge de l'elèctrode a la mateixa temperatura.
- **Contaminació de les mostres:** pot existir contaminació de les mostres per una pobre manipulació o per impureses en l'ambient. Per prevenir aquest problema és necessari realitzar l'anàlisi en un ambient net i lliure de partícules de pols, i manipular les mostres únicament amb pinces o guants nets.
- **Manteniment de l'elèctrode i el seu calibratge:** els elèctrodes necessiten d'un bon manteniment i un bon calibratge per a uns resultats fiables.
- **Contenidors:** mantenir el material net amb aigua destil·lada, és essencial per evitar la contaminació de les mostres.

### a. Selecció i preparació de les mostres.

El nombre de mostres seleccionats per l'anàlisi són 80; aquests corresponen a la següent selecció:

Tipus de tinta	Numero de mostres	Tipus de mostra
REACTIVA	8	7 colors RGB CMYK + 1 fragment de teixit arribats del fabricant
	8	7 colors RGB CMYK + 1 fragment de teixit exposades a 500 hores de llum UV.
	8	7 colors RGB CMYK + 1 fragment de teixit exposades a 1000 hores de llum UV.
	8	7 colors RGB CMYK + 1 fragment de teixit rentades a 22°C.
	8	7 colors RGB CMYK + 1 fragment de teixit rentades a 70°C.
PIGMENT	8	7 colors RGB CMYK + 1 fragment de teixit arribats del fabricant
	8	7 colors RGB CMYK + 1 fragment de teixit exposades a 500 hores de llum UV
	8	7 colors RGB CMYK + 1 fragment de teixit exposades a 1000 hores de llum UV.
	8	7 colors RGB CMYK + 1 fragment de teixit rentades a 22°C.
	8	7 colors RGB CMYK + 1 fragment de teixit rentades a 70°C.

Es verifica que l'espai de treball i els utensilis es trobaven nets i lliures de partícules que poguessin interferir en l'anàlisi. Es prepara tot el material necessari per a l'extracció de la mostra: pinces, tisores, vials Eppendorf de 1,5ml, marcador per retolar vials, aigua destil·lada, pipeta de plàstic i bàscula. La preparació de les mostres es fa seguint l'estàndard publicat per el Canadian Conservation Institute (Tse, 2007, pág. 12).



L'estàndard, *Textiles Canadian General Standards "Textiles — Determination of Board*

*Imatge 54. Material per extracció de mostres per a mesura de pH.*  
*CeladaPrior\_568241\_1718\_62*

(CAN/CGSB) 4.2 pH of the aqueous extract” No. 74-M91 or ISO 3071:1980, determina un rati de mostra-aigua de 1:50, i un temps d’extracció d’ una hora.

En el cas d’aquest treball, s’aplica el rati 1:50, però l’extracció es realitzarà durant 24 hores.

Donat el rati 1:50, i el treball amb vials de 1,5 ml, s’estableix que el pes de les mostres ha de ser de 0,03 grams.

Les mostres es pesen amb la bàscula OHAUS CL Series, registrada amb número A.3.1.32 del Departament de Conservació-Restauració de la Facultat de Belles Arts de la Universitat de Barcelona.

Els fragments de teixit que constitueixen les mostres s’introdueixen amb les pinces a l’interior dels vials Eppendorf, retolant-los amb els corresponents números de mostra.

#### **b. Addició d’aigua.**

Un cop les mostres es trobaven en els seus corresponents vials numerats, amb una pipeta de plàstic de 3ml, es va afegir 1,5 ml d’aigua destil·lada d’ús comercial amb pH 6.07 <sup>93</sup> a cadascun dels vials, procurant que les mostres quedessin totalment submergides, per a una correcta extracció. Les mostres es deixen en extracció durant 24 hores.

La preparació i extracció de les mostres es realitza a temperatura ambient; aquesta teòricament hauria de ser entre 22 i 25 °C segons els protocols. En aquest cas, donada l’època de l’any (Juliol 2018), la temperatura ambient supera aquests paràmetres trobant-se entre els 27°C i els 29°C durant tot el procés.

#### **c. Presa de mesures**

---

<sup>93</sup> Aigua destil·lada d’ús comercial de marca blanca, comercialitzada per els supermercats Mercadona®.

El model d'equip de mesura de pH és : IQ 160, de IQ Scientific Instruments.

- Calibratge de l'equip mesurador de pH.

Abans del seu us, es comprova que ha estat correctament emmagatzemat, amb el sensor cobert i es procedeix al seu calibratge inicial. Aquest es realitza seguint les instruccions donades per l'aparell i amb les solucions tampó de pH4 i pH7 dels laboratoris CRISON, i el us d'aigua destil·lada entre mesures.<sup>94</sup>



*Imatge 55. pH-metre IQ 160 de IQ Scientific Instruments i solucions tampó per calibratge de pH4 i pH7 dels laboratoris CRISON.*  
*CeladaPrior\_568241\_1718\_63.jpg*

Tant per al calibratge com per a les mesures de les mostres, s'utilitza un suport de laboratori amb pinça, que permet la subjecció de la sonda de mesura i evita la transmissió de vibracions, que podrien alterar la lectura de l'aparell. Així mateix les mostres es mantenen en el seu suport.

El calibratge de la sonda de mesura es va repetir cada hora durant el procés de presa de mostres.

- Mesura de valors de pH.

Un cop el calibratge fet, es procedeix a realitzar les mesures dels valors de pH; aquestes consten de 3 mesures de cadascuna de les mostres.

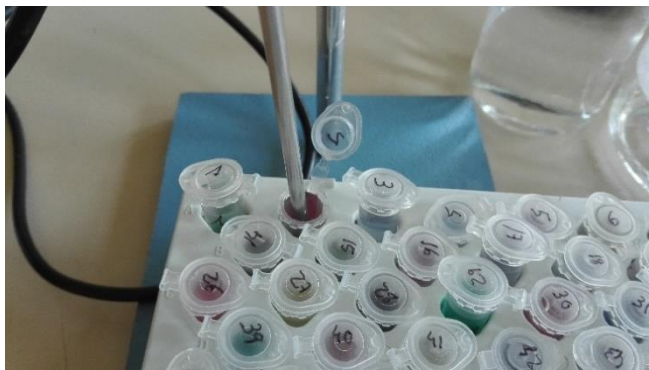
Primerament es pren la mesura del valor del pH de l'aigua destil·lada a utilitzar, aquest té un valor mitjà de pH 6.7.

---

<sup>94</sup> Per realitzar el calibratge, amb la funció de calibratge activada, i seguint les instruccions de l'aparell, primerament posem el sensor en aigua destil·lada, a continuació fem una mesura amb la solució tampó de pH4, netejant el sensor amb aigua destil·lada i fent una segona mesura amb la solució tampó de pH7.



A continuació es realitza la mesura del valor de pH de les mostres. S'introdueix la sonda a l'interior dels vials, evitant tocar la mostra amb el sensor i un cop finalitzada la lectura es neteja el sensor amb aigua destil·lada abans de realitzar la següent mesura.



*Imatge 55. Mesura dels valors de pH en dissolució. Introducció de la sonda de mesura a l'interior dels vials, amb l'ajut del peu de laboratori per sustentar el dispositiu.*  
*CeladaPrior\_568241\_1718\_64.jpg*

Els valors de la temperatura durant la mesura, marcats pel ph-metre varien entre 27.4°C i 29.5 °C. Els valors es registren en una taula.

#### **d. Tractament de dades**

Es genera un full de càlcul amb el programa Microsoft® Excel®, que recull el numero de mostra i els tres valors de pH presos per cadascuna.

Per facilitar el càlcul de les dades, els valors de les tres preses de pH de cada mostra, s'introdueixen en ordre decreixent. Es mantenen els mateixos valors, amb diferent organització.

El full de càlcul permet calcular la mitjana aritmètica entre els tres valors i la desviació estàndard entre les tres mesures. També permet trobar la diferència major de l'error del ph-metre entre mesures i poder estimar si els canvis ocorreguts en les mostres es considera estimable o no.

Es realitzen gràfiques a partir de les mitjanes de les tres mesures, que permeten la comparació visual dels canvis produïts entre les mostres no exposades i aquelles exposades a l'acció de la llum i l'aigua.

## Resultats

El recull de totes les dades preses, el tractament de les dades i les gràfiques realitzades es pot trobar a l'annex, pH.

Un cop realitzades els mesures prèvies a l'exposició a la llum i al rentat i les mesures posteriors a la realització d'aquestes proves, es pot apreciar com existeixen dues tendències molt diferents en quant al valor de pH de les tintes pigment vers les tintes reactives.

Les tintes pigment, quan arriben del impressor, presenten un pH àcid en tots els seus colors; tots els colors presenten valors similars en un rang de pH 4,96 a 5,23. I el seu suport (teixit de cotó) presenta un valor de 5,45, també àcid.

Per contra, les tintes reactives, en arribar del productor, presenten un pH clarament diferenciat amb valors alcalins en tots els seus colors, que de la mateixa manera que en les tintes pigment, no presenten diferències destacables entre ells; els valors de pH es troben en un rang de 9,86 a 9,99, i el seu suport (teixit de cotó amb preparació) presenta un valor de 9,87, també alcalí. Trobar valors alcalins era esperable en aquestes tintes, donada la composició de la capa de preparació que s'aplica al teixit de suport per rebre les tintes.

Quan les mostres de teixit imprès es sotmeten a l'acció de la llum UV i al rentat amb aigua freda i calenta, s'espera trobar canvis en els seus valors de pH, presumiblement una acidificació, produïts per el que s'espera que sigui una oxidació de les tintes i capes de preparació per part de l'acció de la llum UV i per una eliminació de productes afegits en les capes de preparació o d'acabat per part de l'acció del rentat. Es presumeix que els resultats d'acidificació seran destacables principalment en les tintes reactives, deguts als canvis de coloració produïts amb ambdues proves de resistència, on els colors han patit una decoloració evident que actua a mode d'alerta sobre les possibles alteracions químiques.

Un cop tractades les dades recollides en les mesures preses a les mostres es pot determinar que:

- **Les tintes pigment:**

- Pel que fa als **substrats de les tintes pigment**, en exposar-se a l'acció de la llum UVA durant **500 i 1000 hores**, s'acidifica lleugerament, però la diferència no resulta numèricament significativa<sup>95</sup> quan es comparen les dades.

Quan aquests son sotmesos a un **rentat amb aigua a 22°C i 70°C**, el valor de pH s'alcalinitza lleugerament, però els canvis no es poden considerar com a significatius.

- **Les tintes pigment**, al ser exposades a l'acció de la llum UV, i contràriament al que s'esperava, presenten lleugers canvis en el seu pH amb una tendència generalitzada cap a una lleugera alcalinització (mantenint-se en valors de pH àcids) o sense canvis numèricament significatius (no superiors a l'error del pH-metre).
- Aquells colors de tinta pigment que presenten variacions significatives a les **500 h** són: Blau, amb una lleugera acidificació i Cian, Magenta i Groc amb una lleugera alcalinització.
- Aquells colors de tinta pigment que presenten variacions significatives a les **1000 h** són: Verd, Blau i Magenta, totes elles amb una lleugera alcalinització.
- Les tintes pigment, al ser exposades a l'acció del **rentat a 22 °C i 70°C**, presenten una tendència generalitzada a l'alcalinització (mantenint-se en valors de pH àcids).
- Aquells colors de tinta pigment que presenten variacions significatives al rentat a **22°C** són: Vermella, Cian, Magenta, Groga amb lleugera alcalinització i la negra amb lleugera acidificació.

---

<sup>95</sup> En aquest apartat es fa referència a *variacions significatives* quan aquestes superen l'error de mesura del ph-metre. S'ha comparat la diferència entre mitjanes (abans i després d'exposar) amb la diferència entre la mesura màxima i mínima de les preses; així si la diferència entre mostres és igual o menor que la diferència entre presa màxima i mínima, no es considerarà com un canvi significatiu.

- Amb el rentat a **70°C**, tots els colors pigment han patit variacions significatives del seu pH: Verd, Vermell, Blau, Cian, Magenta, Groc i Negre, totes presenten una alcalinització significativa i destacable.

- **Les tintes reactives:**

- En el cas del **substrat de la tinta reactiva**, sota l'acció de la llum UV a **500 i 1000 hores**, per contra d'acidificar-se, inesperadament s'alcalinitza lleugerament.

Quan aquests son sotmesos a les proves de rentat, es produeix una lleugera acidificació, més accentuada amb el rentat a 70°C, fet que faria pensar que alguns dels compostos de la capa de preparació alcalina, s'han solubilitzat i eliminat durant el rentat.

- **Les tintes reactives**, al ser exposades a l'acció de la llum UV, i en relació a la gran decoloració que presenten, han patit canvis molt lleugers en els seu pH, amb una lleugera tendència a acidificar-se (dins de valors alcalins).
- Amb l'exposició a **500h**, tots els colors de tinta reactiva han patit variacions significatives del seu pH: Verd, Vermell, Blau, Cian, Magenta, Groc i Negre, totes presenten una certa acidificació, mantenint-se en valors alcalins.
- Amb l'exposició a **1000 h**, tots els colors de tinta reactiva han patit variacions significatives del seu pH: Verd, Vermell, Blau, Cian, Magenta, Groc i Negre, totes presenten acidificació, mantenint-se en valors alcalins.
  - Les tintes reactives al ser exposades a l'acció del **rentat a 22 °C i 70°C**, presenten una tendència generalitzada a l'acidificació.
- Aquells colors de tinta reactiva que presenten variacions significatives al rentat a **22°C** són: Verd, Blau, Cian, Magenta, Groc i Negre, tots presentant acidificació.
- Amb el rentat a **70°C**, tots els colors de tinta reactiva han patit variacions significatives del seu valor de pH : Verd, Vermell, Blau, Cian, Magenta, Groc i Negre, totes presenten una acidificació significativa i destacable.

## Conclusió

- Les impressions digitals amb tintes *inkjet* amb base d'aigua presenten valors de pH diferenciats depenent del tipus de tinta escollit. El tipus de tinta, que condiciona el procés d'impressió i els materials afegits durant el mateix, determinen el valor de pH característic de cadascuna.
- Les tintes pigment, arribades d'origen, en principi produïdes sense capa de preparació al teixit i sustentades per forces mecàniques sobre la superfície del suport gràcies al lligant que aglutina el pigment, presenten un rang de valors de pH àcid (pH 4,96 – 5,23). El seu suport presenta un valor de pH també àcid de 5,45.

Les tintes pigment, arribades d'origen, produïdes amb una capa de preparació alcalina que contribuirà al desenvolupament de les reaccions químiques necessàries per l'adhesió de les partícules colorants de tint a les fibres, presenten un rang de valors alcalí (pH 9,86 – 9,99). El seu suport presenta un valor de pH també alcalí de 9,87

- Les impressions digitals amb tintes pigment i tintes reactives presenten modificacions en els seus valors de pH quan són sotmeses a l'acció de la llum UVA i del rentat amb aigua freda i calenta, sent els valors de pH de les tintes reactives els més afectats.
- Les alteracions en els valors de pH en les impressions amb **tintes pigment** pateixen modificacions molt subtils, pràcticament imperceptibles en la majoria dels casos, permetent establir que dels dos tipus de tintes estudiats, aquests semblen ser més estables en relació als seus valors de pH.

Les modificacions en el pH d'aquest tipus de tinta que augmenten el seu pH (p.ex. augment de pH de les tintes exposades a llum UV) es podria atribuir a reaccions químiques de la llum UV sobre compostos desconeguts presents en les tintes i el substrat. D'altra banda, la disminució dels valors de pH amb el rentat

de les impressions, es podria relacionar amb la solubilització de compostos alcalins i la seva eliminació per mitjà del rentat.

- Les alteracions en els valors de pH en les impressions amb **tintes reactives** pateixen modificacions més acusades i evidents que les tintes pigment. Aquestes tintes en aparença semblen ser més inestables en relació al seu valor de pH, amb una tendència a disminuir els seus valors (tendència cap a l'acidificació) amb l'exposició a la llum i amb el rentat.

Les modificacions ocorregudes amb l'exposició a la llum UVA podrien venir donades per la interacció d'aquesta amb elements i compostos de la capa de preparació que aquestes impressions contenen. D'altra banda, quan els canvis ocorren per el rentat, possiblement la dissolució de compostos alcalins i la seva eliminació amb el rentat, canvien els valors obtinguts.<sup>96</sup>

- Tot i la variabilitat en els valors de pH d'aquestes mostres, es podria concloure que en termes del seu pH, ambdues podrien ser opcions vàlides per la seva aplicació en tractaments de conservació-restauració quan les impressions es renten amb aigua calenta, ja que es troben en aproximadament el rang de pH recomanat entre pH 5.5 i 8.5 (Cole, 2007, pág. 71). Cal tenint en compte les característiques que presenten i valorar la seva aplicació en funció de les necessitats de la peça a tractar.
- En relació al seu procés de degradació a llarg terme, cal pensar que en principi les fibres cel·lulòsiques com el cotó, són més resistents a les condicions alcalines que a les àcides (Gohl & Vilensky, 1983, pág. 47); d'aquest fet es podria deduir que a llarg termini possiblement les tintes reactives serien les que contribuirien a una millor preservació del substrat (teixit de cotó); les tintes pigment, amb un pH en un rang àcid, podrien esdevenir promotores de processos de degradació de les fibres.

---

<sup>96</sup> Durant el rentat es pot percebre com existeix una capa en el teixit de la impressió que en contacte amb l'aigua es torna viscosa. Aquesta redueix la seva aparença en el rentat amb aigua calenta.



- Pel que fa a les alteracions provocades per la seva exposició a la llum UVA, cal destacar que aquesta prova ha estat realitzada amb una exposició de fins a 1000 hores de llum exclusivament UVA; aquesta és una situació totalment inusual en un context de museu, fins hi tot en un context d'un espai amb il·luminació de dia. En un context de museu, el tipus d'il·luminació generalment estarà controlat, filtrant especialment l'acció dels UV i el numero d'hores d'exposició seran reduïdes; en un context amb llum de dia, cal tenir en compte que l'espectre solar està compost d'altres freqüències, no exclusivament de llum UV i que possiblement les peces no estiguin exposades amb l'acció solar directa. Per tant, es podria arribar a assumir, que la resistència i alteracions de pH produïdes per l'acció dels UVA, requeririen d'un elevat nombre d'hores per que s'arribés a produir en un medi d'exposició real, fent per tant adequades les tintes per al seu us en aquest context – conservació-restauració-.

## 8. Conclusions generals

Finalitzat aquest treball de recerca es plantegen les següents conclusions.

Aquesta recerca resulta un punt de partida per a futures investigacions que aprofundeixin en la comprensió de les propietats fisicoquímiques dels materials que componen aquesta tècnica i puguin determinar amb més precisió l'evolució del seu envelliment i per tant de l'afectació vers els materials sobre els quals s'apliqui. Es requeriria d'investigacions extenses que permetessin avaluar les propietats i característiques dels diversos suports disponibles comercialment que representin les diverses fibres aplicables a la conservació tèxtil, provinents de diversos fabricants i així elaborar una caracterització. Així mateix, caldria el desenvolupament d'estudis més avançats sobre les tintes, que permetés avaluar les tintes que aquest treball no ha pogut abastar, les tintes disperses i les tintes àcides. Finalment, seria necessari contrastar la producció realitzada per diversos impressors, per tal de determinar quines són les variables que es relacionen amb els resultats obtinguts.

La recerca teòrica i experimental, ha permès establir que les impressions digitals tèxtils realitzades amb tintes reactives i tintes pigment serien una opció adequada per aplicar en tractaments de conservació i restauració de teixits. Les tècniques ofereixen algunes limitacions que caldrà tenir en compte en la seva aplicació. Existeixen diferències en les coloracions que aconsegueixen així com en la resistència que presenten en front a la llum ultraviolada (UV) i el rentat. Mentre que les tintes pigment, amb colors més esvaïts, presenten alta resistència a l'acció de la llum UV i al rentat i uns valors de pH dins d'un rang àcid, sense apreciació visual de canvis, les tintes reactives presenten una menor resistència a la llum UV i la pèrdua de coloració durant el rentat, així com la migració de coloració a altres substrats, així com un pH alcalí. Ambdues tintes requeriran el rentat a altes temperatures per a l'eliminació de substàncies no desitjades,

l'encongiment del teixit i l'eliminació del color restant en superfície que pot migrar a altes teixits; aquest pas cobra especial importància en les tintes reactives.

La impressió digital tèxtil amb tintes *inkjet* amb base d'aigua és una eina la comprensió tècnica de la qual resulta complexa, donada la multitud de factors i coneixements que s'hi involucren. Arribar a la comprensió total de les interaccions que s'hi donen a nivell tècnic, físic i químic, com el coneixement de la composició de les seves tintes i els factors d'interacció amb les fibres tèxtils requereix d'un profund estudi. L'aplicació de la tècnica, contràriament, pot resultar un procés relativament senzill. La obtenció d'una impressió tèxtil per a la seva aplicació en tractaments de conservació i restauració no requereix d'infraestructures complexes ni coneixements tècnics avançats. La infraestructura per el processat digital de la imatge, un ordinador, es troba actualment en la majoria dels estudis de conservació, i la manca de coneixements de tractament d'imatge digital dels professionals es pot suplir amb l'externalització d'aquest servei; així mateix el propi procés d'impressió es realitza per empreses especialitzades amb plataformes comercials accessibles i de fàcil utilització.

La impressió digital resulta una proposta més sostenible amb la salut de les persones i amb el medi ambient que els processos tradicionals de tinció; és també responsabilitat de la professió de Conservació i Restauració la pràctica sostenible i saludable i per tant la recerca de processos i productes en aquesta direcció.

Aquesta, aporta un avantatge respecte les tècniques tradicionals des del punt de vista de la producció; els resultats no depenen de la habilitat artística i manual del professional, no requereix d'instal·lacions o equipaments específics i resulta aplicable des de qualsevol lloc del món. L'enviament de la informació digital a través d'internet i l'enviament de les impressions per correu pot fer accessible l'aplicació de tractaments estèticament complexos en qualsevol indret del món,

sense requerir d'infraestructures ni estocs de material, fet que pot aproximar materials i solucions de tractament a àrees del món amb pocs recursos.

Actualment, existeixen molts professionals reticents a l'aplicació d'aquesta tècnica principalment per la manca de temps i la dedicació que els hi requeriria. L'avenç constant de la tecnologia en general i en aquest cas de tots els processos involucrats, genera innovacions que milloren la qualitat dels resultats i la facilitat d'execució del procés. Aquestes millores possiblement contribueixin a la facilitació dels processos per a la obtenció de les imatges impreses sobre teixit per mitjans digitals, i a la reducció del temps necessari per posar-les en pràctica, apropant als professionals de la conservació-restauració el seu ús i els múltiples recursos que aquesta eina ofereix.

## 9. Bibliografia

- Adobe . (22 / Febrer / 2017). *Adobe Help Center*. Consultat el 23 / Juny / 2018, a Photoshop. Guía del usuario:  
<https://helpx.adobe.com/es/photoshop/using/color-modes.html>
- Bann, D. (2008). *Actualidad en la producción de artes gráficas* (primera ed.). (R. Sorribes, Trad.) Barcelona, España: Blume.
- Britton, N., Paulocik, C., & Vuori, J. (2006). Wide format digital inkjet printing for Textile Conservation. *34th Annual Meeting of American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works*. 16, p. 75-79. Providence: Textile Specialty Group Postprints.
- Broadbent, A. D. (2001). *Basic Principles of Textile Coloration*. Kent: Society of Dyers and Colourists. .
- Cahill, V. (2006). The Evolution and Progression of Digital Printing of Textiles. A H. Ujiie, *Digital Printing of Textiles* (p. 368). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Calvo, A. (1997). *Conservación y restauración. Materiales, procedimientos y técnicas. De la A a la Z*. Barcelona: Ediciones el Serbal.
- Caneva, G., Nugari, M., & Salvadori, O. (2000). *La biología en la restauración* (primera ed.). (R. Gómez, Trad.) Hondarribia, Guipúzcoa, España: Nerea y Junta de Andalucía - Consejería de Cultura- IAPH.
- Cole, A. (2007). Digital printing for textile conservation. *RCA/V&A MA dissertation*. Londres, Reino Unido: No publicada.
- Cruickshanks, P., Harrison, A., & Vuori, J. (2002). From Excavation to Display: the Conservation of Archaeological Textiles from an AD First-Third Century Cemetery Site in Jordan. *The Conservator*(26), 44-55.
- Flury Lemberg, M. (1988). *Textile Conservation and Research*. Suïssa: Abegg - Stiftung.
- Freire, E. (2006). Ink jet printing technology (CIJ/DOD). A H. Ujiie, *Digital printing of textiles* (p. 368). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Fu, Z. (2006). Pigmented ink formulation. A H. Ujiie, *Digital Printing for Textiles* (p. 368). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Fundation of the American Institute for Conservation. (2 / Agost / 2018). *coOl conservation online*. Recollit de 46. Adhesives:  
<http://www.cool.conservation-us.org>
- Gohl, E., & Vilensky, L. (1983). *Textile Science. An explanation of fibre properties* (second ed.). Melbourne, Australia: Longman Cheshire.
- Hawkyard, C. (2006). Substrate preparation for ink-jet printing. A H. Ujiie, *Digital printing of textiles* (p. 368). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Johansson, K., Lundberg, P., & Ryberg, R. (2011). *Manual de producción gráfica. Recetas*. (segunda ed.). (D. Giménez Imirizaldu, Trad.) Barcelona, España: Gustavo Gili, SL.
- Kaldeny, M. (1999). Evaluating the Stability of Comercial Available Artist's Coluring materials used to create Compensation infills for losses in textiles. *Journal of the American Institute of Conservation*(38), 443- 458.

- Kobayashi, H. (2006). Industrial Production Printers - Mimaki's TX Series. A H. Ujiie, *Digital Printing for textiles* (p. 368). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Konica Minolta Sensing Americas. (2018). *Konica Minolta Sensing Americas*. Consultat el 28 / Julio / 2018, a Entendiendo el espacio de color CIE L\*a\*b\*: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Landi, S. (1992). *The Textile Conservator's Manual*. Oxford, Regne Unit: Butterworth-Heinemann Ltd.
- Lennard, F., & Ewer, P. (2010). *Textile Conservation. Advances in Practice*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Lennard, F., & Hayward, M. (2005). *Tapestry Conservation: Principles and Practice*. Londres: Butterworth Heinemann.
- Lennard, F., Baldursdóttir, T., & Loosemore, V. (2008). Using digital and hand printing techniques to compensate for loss: Re-establishing colour and texture in historic textiles. *The Conservator*, 31(1), 55-65.
- Minolta, K. (2003). Precise colour communication. Colour control from perception to instrumentation. Konica Minolta Sensing, INC.
- Murphy, M. (2012). The creation, implementation and safety of digitally printed fabrics. *American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works 40th Annual Meeting* (p. 91 -98). Albuquerque, Mexico: Textile Specialty group Postprints.
- Myers Breeze, C. (Maig / 2002). Digitally printed textiles: their potential use in Costume Collections and Living-History Museums. *WAAC Newsletter*, 22(2), 1-5.
- Quye, A. (Maig / 2013). Textile Conservation. *Education in Chemistry*, 16-19.
- Ruiz Recasens, C. (2016). Comparación de color. *Monitorización del estado de conservación: colot*. Universitat de Barcelona, Espanya.
- S Mills, J., & White, R. (1994). *The organic chemistry of museum objects* (second ed.). Oxford, United Kingdom: Butterworth - Heinemann.
- Sandwith, H., Stainton, S., & Cornforth, J. (2011). *The National Trust Manual of Housekeeping. Care and conservation of collections in historic houses*. National Trust.
- Schmalz, S. (1999). When patching is Impractical: Non-traditional Compensation for Loss in a Quilt. *Journal of the American Institute of Conservation*(38), 385-393.
- T. Schaeffer, T. (2001). *Effects of Light on Materials in Collections. Data on Photoflash and Related Sources*. Los Angeles, USA: The Getty Conservation Institute.
- Takami, M., & Roberts, B. (2011). Dress to impress: reinstating the patterned velvet of large scale bedhangings with digitally printed nylon net. *Triennial Conference of ICCOM CC postprints*. Lisboa.
- Tawiah, B., Howard, E., & Benjamin, A. (5 / Maig / 2016). The chemistry of inkjet inks for digital textile printing - review. *Best: International Journal of Management, Information, Technology and Engineering*, 61-78.
- Textile Specialty Group. American Institute for Conservation. (1993). TSG Chapter III. Environmental Concerns for Textiles -Section C. Light. A



- Textile Specialty Group catalogue: current conservation treatment and practises.* American Institute for Conservation.
- Textile Specialty Group. American Institute for Conservation. (1995). TSG Chapter V. Analysis and Testing Methods for Textiles -Section A. Determining pH. A T. S. Conservation, *Textile Specialty Group. Catalogue.* . American Institute for Conservation.
- Textile Specialty Group. American Institute of Conservation. (1998). TSG Chapter V. Analysis and Testing Methods for Textiles -Section B. Spot tests for Colorfastness. A *Textile Specialty Group. Textile Conservation Catalogue.* American Institute of Conservation.
- Thonggoom, O. (2012). Digital Textile Printing. *SWU Sci. J.*, 28(2), 233-247.
- Tímar-Balázsy, Á., & Eastop, D. (2011). *Chemical Principles of Textile Conservation.* Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Toca, T. (2004). *Tejidos conservación-restauración.* Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- Tse, S. (2007). Guidelines for pH measurement in Conservation. *Technical Bulletin. Canadian Conservation Institute*, 1-28.
- Universidad de Cornell. (2003). *Llevando la teoría a la práctica. Tutorial de digitalización de imágenes.* Recollit de Biblioteca de la Universidad de Cornell. Departamento de Investigación.: <http://preservationtutorial.library.cornell.edu/tutorial-spanish/technical/technicalB-03.html>
- University of Glasgow. MPhil Textile Conservation. (2015). Dyeing techniques manual.
- Valgañón, V. (2008). *Biología aplicada a la conservación y restauración* (primera ed.). Madrid, España: Síntesis.
- Vuori, J., & Britton, N. (2008). A preliminary investigation of digital inkjet printing on sheer fabrics for textile conservation. *15th Triennial Conference of ICOM -CC Preprints New Delhi* (p. 1002 -1011). London: James & James.

## 10. Annex

Annex I- Numero i descripció de mostra

Annex II- Recull de mostres




























Annex III- Dades i gràfiques de colorimetria i pH

Annex IV- Mostres d'impressió

## ANNEX I. TAULA D'IDENTIFICACIO DE MOSTRES

NOM MOSTRA	DESCRIPCIÓ
<b>AIGUA</b>	Aigua destil·lada
<b>PGO</b>	Tinta Pigment Verd sense exposar
<b>PG500</b>	Tinta Pigment Verd exposada a 500 hores de llum UVA
<b>PG1000</b>	Tinta Pigment Verd exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>P-RENT-22-G</b>	Tinta Pigment Verd rentada a 22°C
<b>P-RENT-70-G</b>	Tinta Pigment Verd rentada a 70°C
<b>PRO</b>	Tinta Pigment Vermell sense exposar
<b>PR500</b>	Tinta Pigment Vermell exposada a 500 hores de llum UVA
<b>PR1000</b>	Tinta Pigment Vermell exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>P-RENT-22-R</b>	Tinta Pigment Vermell rentada a 22°C
<b>P-RENT-70-R</b>	Tinta Pigment Vermell rentada a 70°C
<b>PBO</b>	Tinta Pigment Blau sense exposar
<b>PB500</b>	Tinta Pigment Blau exposada a 500 hores de llum UVA
<b>PB1000</b>	Tinta Pigment Blau exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>P-RENT-22-B</b>	Tinta Pigment Blau rentada a 22°C
<b>P-RENT-70-B</b>	Tinta Pigment Blau rentada a 70°C
<b>PCO</b>	Tinta Pigment Cian sense exposar
<b>PC500</b>	Tinta Pigment Cian exposada a 500 hores de llum UVA
<b>PC1000</b>	Tinta Pigment Cian exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>P-RENT-22-C</b>	Tinta Pigment Cian rentada a 22°C
<b>P-RENT-70-C</b>	Tinta Pigment Cian rentada a 70°C
<b>PMO</b>	Tinta Pigment Magenta sense exposar
<b>PM500</b>	Tinta Pigment Magenta exposada a 500 hores de llum UVA
<b>PM1000</b>	Tinta Pigment Magenta exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>P-RENT-22-M</b>	Tinta Pigment Magenta rentada a 22°C
<b>P-RENT-70-M</b>	Tinta Pigment Magenta rentada a 70°C
<b>PYO</b>	Tinta Pigment Groc sense exposar
<b>PY500</b>	Tinta Pigment Groc exposada a 500 hores de llum UVA
<b>PY1000</b>	Tinta Pigment Groc exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>P-RENT-22-Y</b>	Tinta Pigment Groc rentada a 22°C
<b>P-RENT-70-Y</b>	Tinta Pigment Groc rentada a 70°C
<b>PKO</b>	Tinta Pigment Negre sense exposar
<b>PK500</b>	Tinta Pigment Negre exposada a 500 hores de llum UVA
<b>PK1000</b>	Tinta Pigment Negre exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>P-RENT-22-K</b>	Tinta Pigment Negre rentada a 22°C
<b>P-RENT-70-K</b>	Tinta Pigment Negre rentada a 70°C
<b>RGO</b>	Tinta Reactiva Verda sense exposar
<b>RG500</b>	Tinta Reactiva Verda exposada a 500 hores de llum UVA
<b>RG1000</b>	Tinta Reactiva Verda exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>R-RENT-22-G</b>	Tinta Reactiva Verda rentada a 22°C
<b>R-RENT-70-G</b>	Tinta Reactiva Verda rentada a 70°C

<b>RRO</b>	Tinta Reactiva Vermella sense exposar
<b>RR500</b>	Tinta Reactiva Vermella exposada a 500 hores de llum UVA
<b>RR1000</b>	Tinta Reactiva Vermella exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>R-RENT-22-R</b>	Tinta Reactiva Vermella rentada a 22°C
<b>R-RENT-70-R</b>	Tinta Reactiva Vermella rentada a 70°C
<b>RBO</b>	Tinta Reactiva Blava sense exposar
<b>RB500</b>	Tinta Reactiva Blava exposada a 500 hores de llum UVA
<b>RB1000</b>	Tinta Reactiva Blava exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>R-RENT-22-B</b>	Tinta Reactiva Blava rentada a 22°C
<b>R-RENT-70-B</b>	Tinta Reactiva Blava rentada a 70°C
<b>RCO</b>	Tinta Reactiva Cian sense exposar
<b>RC500</b>	Tinta Reactiva Cian exposada a 500 hores de llum UVA
<b>RC1000</b>	Tinta Reactiva Cian exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>R-RENT-22-C</b>	Tinta Reactiva Cian rentada a 22°C
<b>R-RENT-70-C</b>	Tinta Reactiva Cian rentada a 70°C
<b>RMO</b>	Tinta Reactiva Magenta sense exposar
<b>RM500</b>	Tinta Reactiva Magenta exposada a 500 hores de llum UVA
<b>RM1000</b>	Tinta Reactiva Magenta exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>R-RENT-22-M</b>	Tinta Reactiva Magenta rentada a 22°C
<b>R-RENT-70-M</b>	Tinta Reactiva Magenta rentada a 70°C
<b>RYO</b>	Tinta Reactiva Groga sense exposar
<b>RY500</b>	Tinta Reactiva Groga exposada a 500 hores de llum UVA
<b>RY1000</b>	Tinta Reactiva Groga exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>R-RENT-22-Y</b>	Tinta Reactiva Groga rentada a 22°C
<b>R-RENT-70-Y</b>	Tinta Reactiva Groga rentada a 70°C
<b>RKO</b>	Tinta Reactiva Negra sense exposar
<b>RK500</b>	Tinta Reactiva Negra exposada a 500 hores de llum UVA
<b>RK1000</b>	Tinta Reactiva Negra exposada a 1000 hores de llum UVA
<b>R-RENT-22-K</b>	Tinta Reactiva Negra rentada a 22°C
<b>R-RENT-70-K</b>	Tinta Reactiva Negra rentada a 70°C
<b>PTO</b>	Tinta Pigment. Teixit/Substrat sense exposar
<b>PT500</b>	Tinta Pigment. Teixit/Substrat exposat a 500 hores de llum UVA
<b>PT1000</b>	Tinta Pigment. Teixit/Substrat exposat a 1000 hores de llum UVA
<b>P-RENT-22-O</b>	Tinta Pigment. Teixit/Substrat rentat a 22°C
<b>P-RENT-70-O</b>	Tinta Pigment. Teixit/Substrat rentat a 70°C
<b>RTO</b>	Tinta Reactiva. Teixit/Substrat sense exposar
<b>RT500</b>	Tinta Reactiva. Teixit/Substrat exposat a 500 hores de llum UVA
<b>RT1000</b>	Tinta Reactiva. Teixit/Substrat exposat a 1000 hores de llum UVA
<b>R-RENT-22-O</b>	Tinta Reactiva. Teixit/Substrat rentat a 22°C
<b>R-RENT-70-O</b>	Tinta Reactiva. Teixit/Substrat rentat a 70°C

NOM MOSTRA	MOSTRA	NOM MOSTRA	MOSTRA
PGO		PRO	
PG500		PR500	
PG1000		PR1000	
P-RENT-22-G		P-RENT-22-R	
P-RENT-70-G		P-RENT-70-R	
PBO		PCO	
PB500		PC500	
PB1000		PC1000	
P-RENT-22-B		P-RENT-22-C	
P-RENT-70-B		P-RENT-70-C	
PMO		PYO	
PM500		PY500	
PM1000		PY1000	
P-RENT-22-M		P-RENT-22-Y	
P-RENT-70-M		P-RENT-70-Y	























## ANNEX II. RECULL DE MOSTRES

CeladaPrior\_568241\_1718\_ANNEX\_II

PKO		RG0	
PK500		RG500	
PK1000		RG1000	
P-RENT-22-K		R-RENT-22-G	
P-RENT-70-K		R-RENT-70-G	
RRO		RBO	
RR500		RB500	
RR1000		RB1000	
R-RENT-22-R		R-RENT-22-B	
R-RENT-70-R		R-RENT-70-B	
RCO		RMO	
RC500		RM500	
RC1000		RM1000	
R-RENT-22-C		R-RENT-22-M	
R-RENT-70-C		R-RENT-70-M	



RYO		RKO	
RY500		RK500	
RY1000		RK1000	
R-RENT-22-Y		R-RENT-22-K	
R-RENT-70-Y		R-RENT-70-K	
PTO		RTO	
PT500		RT500	
PT1000		RT1000	
P-RENT-22-O		R-RENT-22-O	
P-RENT-70-O		R-RENT-70-O	

## ANNEX III

### Taules de resultats i gràfiques

- Colorimetria
- pH

# Mesura de pH Taula de resultats i gràfiques

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta PIGMENT VERD. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 1 PGO			
	L	a	b
SPOT 1	52,889	-28,318	17,107
	52,919	-28,282	17,132
	52,957	-28,096	17,105
	52,888	-28,319	17,108
	52,885	-28,320	17,107
	52,955	-28,098	17,131
MITJANA 1	52,9155	-28,2388	17,1150
SPOT 2	52,805	-28,353	17,079
	52,808	-28,319	17,092
	52,822	-28,279	17,113
	52,804	-28,354	17,078
	52,829	-28,275	17,095
	52,826	-28,372	17,099
MITJANA 2	52,8157	-28,3253	17,0927
SPOT 3	52,875	-28,203	17,253
	52,881	-28,206	17,253
	52,903	-28,110	17,253
	52,905	-28,107	17,252
	52,880	-28,207	17,254
	52,876	-28,202	17,254
MITJANA 3	52,887	-28,173	17,253
TOTAL	52,8726	-28,2456	17,1536

MOSTRA: 8 PG500			
	L	a	b
SPOT 1	54,168	-27,302	14,326
	54,170	-27,305	14,327
	54,190	-27,206	14,319
	54,188	-27,205	14,317
	54,195	-27,215	14,315
	54,193	-27,216	14,316
MITJANA 1	54,1840	-27,2415	14,3200
SPOT 2	53,872	-27,790	14,042
	53,877	-27,754	14,061
	53,885	-27,779	14,053
	53,883	-27,780	14,054
	53,882	-27,781	14,052
	53,880	-27,780	14,056
MITJANA 2	53,8798	-27,7773	14,0530
SPOT 3	53,834	-27,742	14,309
	53,831	-27,779	14,308
	53,838	-27,786	14,306
	53,836	-27,787	14,307
	53,832	-27,780	14,307
	53,837	-27,775	14,309
MITJANA 3	53,8347	-27,7748	14,3077
TOTAL	53,9662	-27,5979	14,2269

MOSTRA: 15 PG1000			
	L	a	b
SPOT 1	54,582	-27,041	11,433
	54,583	-27,040	11,434
	54,601	-26,941	11,458
	54,607	-26,949	11,472
	54,590	-26,890	11,800
	54,595	-26,893	11,820
MITJANA 1	54,5930	-26,9590	11,5695
SPOT 2	54,501	-27,078	10,863
	54,501	-27,028	10,867
	54,502	-27,081	10,878
	54,502	-27,080	10,865
	54,504	-27,082	10,864
	54,500	-27,086	10,866
MITJANA 2	54,5017	-27,0725	10,8672
SPOT 3	54,435	-27,352	10,756
	54,445	-27,311	10,751
	54,451	-27,326	10,765
	54,452	-27,325	10,765
	54,442	-27,311	10,753
	54,444	-27,310	10,752
MITJANA 3	54,4448	-27,3225	10,7570
TOTAL	54,5132	-27,1180	11,0646

	L*	a*	b*
PGO	52,8726	-28,2456	17,1536
PG500	53,9662	-27,5979	14,2269
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	1,0936	0,6477	-2,9267
dE*ab	3,19		

	L*	a*	b*
PGO	52,8726	-28,2456	17,1536
PG1000	54,5132	-27,1180	11,0646
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	1,6406	1,1276	-6,0891
dE*ab	6,41		

MOSTRA: 53 P-RENT-22-G			
	L	a	b
SPOT 1	53,170	-28,751	17,771
	53,172	-28,750	17,771
	53,201	-28,680	17,752
	53,205	-28,678	17,755
	53,191	-28,682	17,755
	53,195	-28,700	17,750
MITJANA 1	53,1890	-28,7068	17,7590
SPOT 2	53,505	-28,433	17,726
	53,504	-28,434	17,726
	53,418	-28,326	18,078
	53,415	-28,327	18,080
	53,385	-28,315	17,752
	53,390	-28,312	17,751
MITJANA 2	53,4362	-28,3578	17,8522
SPOT 3	53,417	-28,327	18,077
	53,418	-28,326	18,076
	53,506	-28,432	17,725
	53,505	-28,433	17,726
	53,499	-28,435	17,728
	53,498	-28,434	17,729
MITJANA 3	53,4738	-28,3978	17,8435
TOTAL	53,3663	-28,4875	17,8182

MOSTRA: 67 P-RENT-70-G			
	L	a	b
SPOT 1	52,840	-29,110	18,075
	52,842	-29,108	18,074
	52,836	-29,225	18,072
	52,840	-29,227	18,075
	52,842	-29,230	18,078
	52,845	-29,226	18,079
MITJANA 1	52,8408	-29,1877	18,0755
SPOT 2	52,837	-29,225	18,070
	52,835	-29,229	18,080
	52,842	-29,230	18,078
	52,845	-29,226	18,079
	52,843	-29,231	18,085
	52,839	-29,232	18,090
MITJANA 2	52,8402	-29,2288	18,0803
SPOT 3	52,695	-28,892	17,615
	52,670	-28,850	17,620
	52,710	-28,890	17,625
	52,720	-28,830	17,610
	52,745	-28,825	17,605
	52,730	-28,829	17,590
MITJANA 3	52,7117	-28,8527	17,6108
TOTAL	52,7976	-29,0897	17,9222

	L*	a*	b*
PGO	52,8726	-28,2456	17,1536
P-RENT-22-G	53,3663	-28,4875	17,8182
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,4937	-0,2419	0,6646

dE\*ab 0,86

	L*	a*	b*
PGO	52,8726	-28,2456	17,1536
P-RENT-70-G	52,7976	-29,0897	17,9222
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,0751	-0,8442	0,7686

dE\*ab 1,14

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta PIGMENT VERMELL. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 2 PRO			
	L	a	b
SPOT 1	47,622	51,156	11,946
	47,609	51,211	11,869
	47,615	51,203	11,865
	47,623	51,155	11,945
	47,600	51,215	11,870
	47,617	51,204	11,866
MITJANA 1	47,6143	51,1907	11,8935
SPOT 2	47,617	51,134	11,334
	47,645	51,184	11,290
	47,652	51,162	11,308
	47,618	51,133	11,334
	47,646	51,183	11,291
	47,656	51,159	11,302
MITJANA 2	47,6390	51,1592	11,3098
SPOT 3	47,668	51,526	12,047
	47,679	51,564	12,028
	47,670	51,554	12,030
	47,669	51,525	12,045
	47,680	51,565	12,030
	47,671	51,555	12,033
MITJANA 3	47,6728	51,5482	12,0355
TOTAL	47,6421	51,2993	11,7463

MOSTRA: 9 PR500			
	L	a	b
SPOT 1	48,086	50,730	11,680
	48,094	50,744	11,656
	48,110	50,757	11,656
	48,087	50,732	11,679
	48,096	50,742	11,655
	48,100	50,755	11,660
MITJANA 1	48,0955	50,7433	11,6643
SPOT 2	47,766	51,039	11,237
	47,784	51,041	11,281
	47,785	51,033	11,280
	47,764	51,040	11,240
	47,782	51,039	11,279
	47,770	51,029	11,279
MITJANA 2	47,7752	51,0368	11,2660
SPOT 3	48,256	50,556	11,213
	48,264	50,548	11,232
	48,263	50,555	11,235
	48,260	50,558	11,211
	48,265	50,547	11,230
	48,262	50,549	11,240
MITJANA 3	48,2617	50,5522	11,2268
TOTAL	48,0441	50,7774	11,3857

MOSTRA: 16 PR1000			
	L	a	b
SPOT 1	48,017	50,010	10,209
	48,093	50,041	10,041
	48,091	50,055	10,233
	48,018	50,011	10,210
	48,090	50,042	10,039
	48,092	50,054	10,230
MITJANA 1	48,0668	50,0355	10,1603
SPOT 2	48,144	49,889	10,408
	48,147	49,918	10,389
	48,145	49,887	10,408
	48,139	49,880	10,400
	48,140	49,915	10,380
	48,143	49,860	10,405
MITJANA 2	48,1430	49,8915	10,3983
SPOT 3	48,296	50,112	9,765
	48,294	50,106	9,767
	48,287	50,106	9,743
	48,297	50,110	9,750
	48,290	50,107	9,769
	48,288	50,100	9,750
MITJANA 3	48,2920	50,1068	9,7573
TOTAL	48,1673	50,0113	10,1053

	L*	a*	b*
PRO	47,6421	51,2993	11,7463
PR500	48,0441	50,7774	11,3857
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,4021	-0,5219	-0,3606

dE\*ab 0,75

	L*	a*	b*
PRO	47,6421	51,2993	11,7463
PR1000	48,1673	50,0113	10,1053
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,5252	-1,2881	-1,6409

dE\*ab 2,15

MOSTRA: 54 P-RENT-22-R			
	L	a	b
SPOT 1	47,600	51,732	13,254
	47,602	51,731	13,255
	47,590	51,735	13,252
	47,595	51,730	13,250
	47,601	51,740	13,260
	47,609	51,743	13,262
MITJANA 1	47,5995	51,7352	13,2555
SPOT 2	47,750	51,536	12,903
	47,751	51,537	12,900
	47,705	51,506	12,789
	47,710	51,499	12,780
	47,715	51,490	12,779
	47,700	51,495	12,775
MITJANA 2	47,7218	51,5105	12,8210
SPOT 3	47,706	51,505	12,788
	47,710	51,508	12,789
	47,730	51,490	12,779
	47,705	51,504	12,790
	47,712	51,506	12,787
	47,731	51,488	12,782
MITJANA 3	47,7157	51,5002	12,7858
TOTAL	47,6790	51,5819	12,9541

MOSTRA: 68 P-RENT-70-R			
	L	a	b
SPOT 1	47,531	51,903	13,145
	47,532	51,902	13,145
	47,532	51,904	13,143
	47,534	51,900	13,140
	47,540	51,889	13,120
	47,539	51,887	13,122
MITJANA 1	47,5347	51,8975	13,1358
SPOT 2	47,534	51,746	13,042
	47,538	51,888	13,150
	47,536	51,902	13,148
	47,531	51,906	13,139
	47,533	51,908	13,138
	47,540	51,901	13,132
MITJANA 2	47,5353	51,8752	13,1248
SPOT 3	47,267	51,908	13,254
	47,532	51,902	13,145
	47,535	51,904	13,142
	47,534	51,910	13,140
	47,540	51,889	13,120
	47,539	51,886	13,123
MITJANA 3	47,4912	51,8998	13,1540
TOTAL	47,5204	51,8908	13,1382

	L*	a*	b*
PRO	47,6421	51,2993	11,7463
P-RENT-22-R	47,6790	51,5819	12,9541
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,0369	0,2826	1,2078

dE\*ab 1,24

	L*	a*	b*
PRO	47,6421	51,2993	11,7463
P-RENT-70-R	47,5204	51,8908	13,1382
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,1217	0,5915	1,3919

dE\*ab 1,52



Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta PIGMENT BLAU. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 3 PBO			
	L	a	b
SPOT 1	35,707	14,450	-32,268
	35,757	14,541	-32,247
	35,754	14,511	-32,246
	35,648	14,654	-32,271
	35,650	14,677	-32,269
	35,634	14,690	-32,300
MITJANA 1	35,6917	14,5872	-32,2668
SPOT 2	35,647	14,655	-32,270
	35,649	14,679	-32,267
	35,636	14,692	-32,301
	35,705	14,455	-32,263
	35,755	14,539	-32,245
	35,754	14,512	-32,248
MITJANA 2	35,6910	14,5887	-32,2657
SPOT 3	35,571	14,566	-32,091
	35,586	14,609	-32,090
	35,585	14,620	-32,105
	35,647	14,656	-32,269
	35,649	14,678	-32,268
	35,637	14,691	-32,302
MITJANA 3	35,6125	14,6367	-32,1875
TOTAL	35,6651	14,6042	-32,2400

MOSTRA: 10 PB500			
	L	a	b
SPOT 1	36,606	13,807	-31,401
	36,618	13,869	-31,431
	36,619	13,849	-31,402
	36,699	13,627	-31,195
	36,693	13,591	-31,190
	36,700	13,589	-31,196
MITJANA 1	36,6558	13,7220	-31,3025
SPOT 2	36,698	13,624	-31,196
	36,696	13,593	-31,190
	36,695	13,595	-31,197
	36,600	13,803	-31,410
	36,620	13,870	-31,440
	36,623	13,855	-31,412
MITJANA 2	36,6553	13,7233	-31,3075
SPOT 3	35,832	14,120	-31,389
	35,812	14,147	-31,415
	35,810	14,115	-31,411
	36,700	13,588	-31,198
	36,720	13,580	-31,190
	36,622	13,856	-31,411
MITJANA 3	36,2493	13,9010	-31,3357
TOTAL	36,5202	13,7821	-31,3152

MOSTRA: 17 PB1000			
	L	a	b
SPOT 1	36,754	13,395	-30,376
	36,756	13,401	-30,367
	36,755	13,413	-30,388
	36,758	13,398	-30,375
	36,752	13,402	-30,368
	36,753	13,414	-30,389
MITJANA 1	36,7547	13,4038	-30,3772
SPOT 2	36,153	14,017	-30,553
	36,152	14,016	-30,551
	36,151	14,018	-30,552
	36,150	14,018	-30,550
	36,155	14,019	-30,555
	36,151	14,020	-30,560
MITJANA 2	36,1520	14,0180	-30,5535
SPOT 3	36,478	13,835	-30,426
	36,479	13,845	-30,436
	36,477	13,833	-30,428
	36,468	13,836	-30,429
	36,458	13,855	-30,416
	36,480	13,839	-30,417
MITJANA 3	36,4733	13,8405	-30,4253
TOTAL	36,4600	13,7541	-30,4520

	L*	a*	b*
PBO	35,6651	14,6042	-32,2400
PB500	36,5202	13,7821	-31,3152
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,8551	-0,8221	0,9248

dE\*ab 1,50

	L*	a*	b*
PBO	35,6651	14,6042	-32,2400
PB1000	36,4600	13,7541	-30,4520
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,7949	-0,8501	1,7880

dE\*ab 2,13

MOSTRA: 55 P-RENT-22-B			
	L	a	b
SPOT 1	41,654	9,773	-27,229
	41,655	9,772	-27,230
	41,653	9,780	-27,240
	41,653	9,781	-27,241
	41,680	9,782	-27,242
	41,620	9,700	-27,220
MITJANA 1	41,6525	9,7647	-27,2337
SPOT 2	35,426	14,821	-32,916
	35,425	14,820	-32,915
	35,427	14,822	-32,917
	35,422	14,799	-32,900
	35,409	14,780	-32,960
	35,411	14,825	-32,902
MITJANA 2	35,4200	14,8112	-32,9183
SPOT 3	35,415	14,695	-32,672
	35,416	14,697	-32,680
	35,425	14,699	-32,682
	35,399	14,589	-32,690
	35,413	14,710	-32,680
	35,420	14,720	-32,599
MITJANA 3	35,4147	14,6850	-32,6672
TOTAL	37,4957	13,0869	-30,9397

MOSTRA: 69 P-RENT-70-B			
	L	a	b
SPOT 1	35,059	15,075	-32,890
	35,060	15,073	-32,893
	35,040	15,069	-32,900
	35,057	15,077	-32,892
	35,055	15,075	-32,880
	35,038	15,071	-32,885
MITJANA 1	35,0515	15,0733	-32,8900
SPOT 2	35,003	14,902	-32,888
	35,012	14,900	-32,889
	35,023	14,899	-32,803
	34,988	14,887	-32,899
	35,006	14,912	-32,901
	34,990	14,915	-32,905
MITJANA 2	35,0037	14,9025	-32,8808
SPOT 3	35,094	14,821	-32,905
	35,093	14,822	-32,910
	35,083	14,826	-32,921
	35,099	14,830	-32,900
	35,102	14,850	-32,890
	35,098	14,812	-32,893
MITJANA 3	35,0948	14,8268	-32,9032
TOTAL	35,0500	14,9342	-32,8913

	L*	a*	b*
PBO	35,6651	14,6042	-32,2400
P-RENT-22-B	37,4957	13,0869	-30,9397
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	1,8307	-1,5172	1,3003

	L*	a*	b*
PBO	35,6651	14,6042	-32,2400
P-RENT-70-B	35,0500	14,9342	-32,8913
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,6151	0,3301	-0,6513

dE\*ab 2,71

dE\*ab 0,95

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta PIGMENT CIAN. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 4 PCO			
	L	a	b
SPOT 1	62,735	-20,724	-32,382
	62,763	-20,611	-32,389
	62,758	-20,628	-32,399
	62,740	-20,714	-32,379
	62,765	-20,601	-32,389
	62,759	-20,629	-32,400
MITJANA 1	62,7533	-20,6512	-32,3897
SPOT 2	62,965	-20,254	-32,047
	62,968	-20,267	-32,031
	62,969	-20,282	-32,035
	62,970	-20,244	-32,045
	62,975	-20,263	-32,040
	62,962	-20,286	-32,030
MITJANA 2	62,9682	-20,2660	-32,0380
SPOT 3	62,810	-20,341	-32,167
	62,810	-20,354	-32,174
	62,816	-20,363	-32,163
	62,801	-20,351	-32,177
	62,815	-20,358	-32,164
	62,802	-20,343	-32,153
MITJANA 3	62,8090	-20,3517	-32,1663
TOTAL	62,8435	-20,4229	-32,1980

MOSTRA: 11 PC500			
	L	a	b
SPOT 1	63,341	-19,964	-31,712
	63,348	-19,942	-31,725
	63,359	-19,948	-31,705
	63,350	-19,943	-31,720
	63,362	-19,950	-31,734
	63,349	-19,947	-31,713
MITJANA 1	63,3515	-19,9490	-31,7182
SPOT 2	63,548	-19,551	-31,586
	63,546	-19,555	-31,593
	63,552	-19,563	-31,595
	63,550	-19,556	-31,589
	63,551	-19,558	-31,590
	63,547	-19,520	-31,579
MITJANA 2	63,5490	-19,5505	-31,5887
SPOT 3	63,540	-19,548	-31,585
	63,545	-19,518	-31,591
	63,546	-19,543	-31,595
	63,541	-19,551	-31,587
	63,550	-19,535	-31,601
	63,543	-19,565	-31,550
MITJANA 3	63,5442	-19,5433	-31,5848
TOTAL	63,4816	-19,6809	-31,6306

MOSTRA: 18 PC1000			
	L	a	b
SPOT 1	63,835	-19,282	-30,255
	63,831	-19,281	-30,254
	63,840	-19,283	-30,245
	63,825	-19,290	-30,259
	63,850	-19,285	-30,262
	63,852	-19,275	-30,261
MITJANA 1	63,8388	-19,2827	-30,2560
SPOT 2	63,832	-19,463	-30,526
	63,829	-19,466	-30,521
	63,840	-19,458	-30,522
	63,841	-19,459	-30,528
	63,842	-19,464	-30,530
	63,828	-19,470	-30,532
MITJANA 2	63,8353	-19,4633	-30,5265
SPOT 3	64,021	-19,088	-30,256
	64,029	-19,086	-30,253
	64,025	-19,081	-30,248
	64,018	-19,089	-30,263
	64,019	-19,092	-30,255
	64,015	-19,095	-30,261
MITJANA 3	64,0212	-19,0885	-30,2560
TOTAL	63,8984	-19,2782	-30,3462

	L*	a*	b*
PCO	62,8435	-20,4229	-32,1980
PC500	63,4816	-19,6809	-31,6306
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,6381	0,7420	0,5674

dE\*ab 1,13

	L*	a*	b*
PCO	62,8435	-20,4229	-32,1980
PC1000	63,8984	-19,2782	-30,3462
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	1,0549	1,1448	1,8518

dE\*ab 2,42

MOSTRA: 57 P-RENT-22-C			
	L	a	b
SPOT 1	64,097	-20,182	-31,550
	64,080	-20,179	-31,549
	64,098	-20,190	-31,552
	64,100	-20,194	-31,559
	64,105	-20,170	-31,548
	64,104	-20,178	-31,543
MITJANA 1	64,0973	-20,1822	-31,5502
SPOT 2	63,746	-20,285	-31,882
	63,753	-20,292	-31,881
	63,748	-20,287	-31,879
	63,740	-20,278	-31,875
	63,737	-20,283	-31,886
	63,754	-20,288	-31,890
MITJANA 2	63,7463	-20,2855	-31,8822
SPOT 3	63,634	-20,863	-32,080
	63,629	-20,859	-32,079
	63,635	-20,870	-32,075
	63,627	-20,867	-32,082
	63,639	-20,859	-32,090
	63,642	-20,861	-32,075
MITJANA 3	63,6343	-20,8632	-32,0802
TOTAL	63,8260	-20,4436	-31,8375

MOSTRA: 71 P-RENT-70-C			
	L	a	b
SPOT 1	64,510	-16,661	-30,410
	64,505	-16,659	-30,409
	64,515	-16,670	-30,421
	64,521	-16,673	-30,415
	64,500	-16,659	-30,401
	64,512	-16,649	-30,408
MITJANA 1	64,5105	-16,6618	-30,4107
SPOT 2	63,059	-21,329	-32,417
	63,061	-21,327	-32,416
	63,058	-21,331	-32,419
	63,049	-21,339	-32,421
	63,063	-21,342	-32,420
	63,068	-21,328	-32,411
MITJANA 2	63,0597	-21,3327	-32,4173
SPOT 3	62,993	-21,273	-32,404
	62,999	-21,278	-32,414
	62,991	-21,280	-32,421
	62,989	-21,282	-32,423
	62,987	-21,263	-32,385
	63,000	-21,265	-32,380
MITJANA 3	62,9932	-21,2735	-32,4045
TOTAL	63,5211	-19,7560	-31,7442

L\*      a\*      b\*  
 PCO      62,8435    -20,4229    -32,1980  
 P-RENT-22-  
 C      63,8260    -20,4436    -31,8375  
 DIFERENCIA dL\*      da\*      db\*  
             0,9825    -0,0207    0,3605

dE\*ab      1,05

L\*      a\*      b\*  
 PCO      62,8435    -20,4229    -32,1980  
 P-RENT-70-  
 C      63,5211    -19,7560    -31,7442  
 DIFERENCIA dL\*      da\*      db\*  
             0,6776    0,6669    0,4538

dE\*ab      1,05

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta PIGMENT MAGENTA. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 5 PMO			
	L	a	b
SPOT 1	48,941	51,824	-7,906
	48,961	51,830	-7,918
	48,959	51,867	-7,936
	48,942	51,825	-7,905
	48,963	51,829	-7,919
	48,948	51,861	-7,935
MITJANA 1	48,9523	51,8393	-7,9198
SPOT 2	48,551	51,542	-7,788
	48,559	51,517	-7,767
	48,557	51,569	-7,788
	48,552	51,543	-7,787
	48,560	51,518	-7,768
	48,558	51,570	-7,787
MITJANA 2	48,5562	51,5432	-7,7808
SPOT 3	48,797	51,677	-7,788
	48,800	51,705	-7,798
	48,801	51,716	-7,796
	48,796	51,676	-7,789
	48,799	51,706	-7,799
	48,800	51,715	-7,795
MITJANA 3	48,7988	51,6992	-7,7942
TOTAL	48,7691	51,6939	-7,8316

MOSTRA: 12 PM500			
	L	a	b
SPOT 1	49,946	49,578	-6,755
	49,959	49,602	-6,751
	49,955	49,586	-6,749
	49,945	49,579	-6,756
	49,960	49,600	-6,749
	49,949	49,587	-6,752
MITJANA 1	49,9523	49,5887	-6,7520
SPOT 2	49,513	50,044	-6,769
	49,527	50,054	-6,738
	49,519	50,062	-6,756
	49,512	50,045	-6,768
	49,528	50,053	-6,739
	49,520	50,059	-6,757
MITJANA 2	49,5198	50,0529	-6,7545
SPOT 3	49,433	49,796	-6,668
	49,434	49,794	-6,673
	49,440	49,795	-6,635
	49,432	49,797	-6,669
	49,435	49,793	-6,672
	49,439	49,796	-6,634
MITJANA 3	49,4355	49,7952	-6,6585
TOTAL	49,6359	49,8122	-6,7217

MOSTRA: 19 PM1000			
	L	a	b
SPOT 1	49,948	48,395	-6,292
	49,949	48,400	-6,291
	49,948	48,389	-6,289
	49,950	48,388	-6,293
	49,952	48,398	-6,300
	49,943	48,401	-6,288
MITJANA 1	49,9483	48,3952	-6,2922
SPOT 2	49,800	48,741	-6,369
	49,799	48,743	-6,370
	49,802	48,750	-6,375
	49,805	48,739	-6,368
	49,798	48,735	-6,379
	49,797	48,732	-6,357
MITJANA 2	49,8002	48,7400	-6,3697
SPOT 3	49,887	48,743	-6,234
	49,886	48,739	-6,233
	49,890	48,753	-6,235
	49,897	48,742	-6,240
	49,879	48,741	-6,241
	49,884	48,740	-6,225
MITJANA 3	49,8872	48,7430	-6,2347
TOTAL	49,8786	48,6261	-6,2988

	L*	a*	b*
PMO	48,7691	51,6939	-7,8316
PM500	49,6359	49,8122	-6,7217
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,8668	-1,8816	1,1100

dE\*ab 2,35

	L*	a*	b*
PMO	48,7691	51,6939	-7,8316
PM1000	49,8786	48,6261	-6,2988
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	1,1094	-3,0678	1,5328

dE\*ab 3,60

MOSTRA: 56 P-RENT-22-M			
	L	a	b
SPOT 1	49,129	52,260	-8,286
	49,130	52,261	-8,287
	49,142	52,259	-8,279
	49,125	52,267	-8,281
	49,121	52,257	-8,288
	49,128	52,258	-8,295
MITJANA 1	49,1292	52,2603	-8,2860
SPOT 2	49,178	51,907	-8,211
	49,179	51,900	-8,201
	49,175	51,917	-8,212
	49,181	51,925	-8,221
	49,189	51,899	-8,230
	49,169	51,898	-8,191
MITJANA 2	49,1785	51,9077	-8,2110
SPOT 3	48,815	52,255	-8,223
	48,816	52,249	-8,222
	48,814	52,254	-8,230
	48,821	52,263	-8,219
	48,825	52,239	-8,215
	48,801	52,270	-8,232
MITJANA 3	48,8153	52,2550	-8,2235
TOTAL	49,0410	52,1410	-8,2402

MOSTRA: 70 P-RENT-70-M			
	L	a	b
SPOT 1	48,886	52,387	-8,245
	48,890	52,388	-8,243
	48,883	52,400	-8,246
	48,879	52,405	-8,249
	48,889	52,371	-8,252
	48,893	52,373	-8,239
MITJANA 1	48,8867	52,3873	-8,2457
SPOT 2	49,185	51,859	-8,227
	49,190	51,853	-8,228
	49,196	51,858	-8,226
	49,175	51,873	-8,219
	49,170	51,876	-8,230
	49,195	51,839	-8,235
MITJANA 2	49,1852	51,8597	-8,2275
SPOT 3	49,092	52,146	-8,018
	49,091	52,144	-8,017
	49,093	52,145	-8,016
	49,089	52,152	-8,021
	49,087	52,158	-8,025
	49,102	52,136	-8,015
MITJANA 3	49,0923	52,1468	-8,0187
TOTAL	49,0547	52,1313	-8,1639

	L*	a*	b*
PMO	48,7691	51,6939	-7,8316
P-RENT-22-M	49,0410	52,1410	-8,2402
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,2719	0,4471	-0,4086

dE\*ab 0,66

	L*	a*	b*
PMO	48,7691	51,6939	-7,8316
P-RENT-70-M	49,0547	52,1313	-8,1639
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,2856	0,4374	-0,3323

dE\*ab 0,62



Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta PIGMENT GROC. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 6 PYO			
	L	a	b
SPOT 1	86,226	-5,134	70,254
	86,239	-5,140	70,244
	86,248	-5,156	70,275
	86,227	-5,133	70,253
	86,238	-5,139	70,243
	86,250	-5,157	70,277
MITJANA 1	86,2380	-5,1432	70,2577
SPOT 2	86,482	-5,248	69,763
	86,492	-5,260	69,791
	86,501	-5,271	69,804
	86,483	-5,247	69,762
	86,494	-5,259	69,792
	86,499	-5,273	69,800
MITJANA 2	86,4918	-5,2597	69,7853
SPOT 3	86,569	-5,304	70,378
	86,576	-5,324	70,385
	86,562	-5,307	70,372
	86,570	-5,300	70,379
	86,575	-5,327	70,380
	86,561	-5,300	70,370
MITJANA 3	86,5688	-5,3103	70,3773
TOTAL	86,4329	-5,2377	70,1401

MOSTRA: 13 PY500			
	L	a	b
SPOT 1	86,804	-5,348	66,395
	86,838	-5,307	66,415
	86,825	-5,303	66,396
	86,803	-5,349	66,399
	86,839	-5,300	66,410
	86,820	-5,300	66,395
MITJANA 1	86,8215	-5,3178	66,4017
SPOT 2	86,915	-5,416	67,262
	86,908	-5,406	67,222
	86,921	-5,399	67,272
	86,910	-5,415	67,263
	86,900	-5,407	67,221
	86,918	-5,400	67,273
MITJANA 2	86,9120	-5,4072	67,2522
SPOT 3	86,602	-5,326	66,985
	86,595	-5,300	66,966
	86,610	-5,330	67,012
	86,601	-5,327	66,986
	86,597	-5,301	66,965
	86,601	-5,329	67,011
MITJANA 3	86,6010	-5,3188	66,9875
TOTAL	86,7782	-5,3479	66,8804

MOSTRA: 20 PY1000			
	L	a	b
SPOT 1	86,909	-5,312	60,380
	86,921	-5,311	60,390
	86,910	-5,313	60,370
	86,899	-5,315	60,430
	86,898	-5,310	60,360
	86,919	-5,312	60,350
MITJANA 1	86,9093	-5,3122	60,3800
SPOT 2	86,764	-5,275	60,703
	86,765	-5,274	60,713
	86,763	-5,276	60,704
	86,770	-5,280	60,702
	86,772	-5,285	60,699
	86,751	-5,263	60,698
MITJANA 2	86,7642	-5,2755	60,7032
SPOT 3	86,838	-5,234	60,432
	86,839	-5,235	60,431
	86,837	-5,233	60,433
	86,841	-5,244	60,435
	86,849	-5,239	60,442
	86,828	-5,224	60,422
MITJANA 3	86,8387	-5,2348	60,4325
TOTAL	86,8374	-5,2742	60,5052

	L*	a*	b*
PYO	86,4329	-5,2377	70,1401
PY500	86,7782	-5,3479	66,8804
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,3453	-0,1102	-3,2597
dE*ab	3,28		

	L*	a*	b*
PYO	86,4329	-5,2377	70,1401
PY1000	86,8374	-5,2742	60,5052
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,4045	-0,0364	-9,6349
dE*ab	9,64		

MOSTRA: 58 P-RENT-22-Y			
	L	a	b
SPOT 1	86,268	-5,208	69,398
	86,269	-5,207	69,398
	86,267	-5,209	69,398
	86,272	-5,199	69,398
	86,278	-5,201	69,398
	86,258	-5,228	69,398
MITJANA 1	86,2687	-5,2087	69,3980
SPOT 2	86,132	-5,188	69,591
	86,131	-5,187	69,590
	86,133	-5,184	69,589
	86,134	-5,198	69,593
	86,129	-5,179	69,598
	86,138	-5,195	69,601
MITJANA 2	86,1328	-5,1885	69,5937
SPOT 3	85,883	-5,007	69,120
	85,882	-5,006	69,100
	85,876	-5,008	69,090
	85,880	-5,001	69,170
	85,879	-5,010	69,080
	85,901	-5,015	69,190
MITJANA 3	85,8835	-5,0078	69,1250
TOTAL	86,0950	-5,1350	69,3722

MOSTRA: 72 P-RENT-70-Y			
	L	a	b
SPOT 1	86,171	-5,090	70,757
	86,172	-5,080	70,756
	86,173	-5,100	70,755
	86,169	-5,110	70,758
	86,175	-5,070	70,761
	86,168	-5,130	70,760
MITJANA 1	86,1713	-5,0967	70,7578
SPOT 2	86,215	-5,108	69,946
	86,214	-5,108	69,946
	86,213	-5,108	69,946
	86,216	-5,108	69,946
	86,212	-5,108	69,946
	86,221	-5,108	69,946
MITJANA 2	86,2152	-5,1080	69,9460
SPOT 3	86,1870	-5,1550	69,1760
	86,1860	-5,1540	69,1750
	86,1880	-5,1560	69,1770
	86,1930	-5,1570	69,1800
	86,1720	-5,1590	69,1820
	86,1960	-5,1490	69,1660
MITJANA 3	86,1870	-5,1550	69,1760
TOTAL	86,1912	-5,1199	69,9599

	L*	a*	b*
PYO	86,4329	-5,2377	70,1401
P-RENT-22-Y	86,0950	-5,1350	69,3722
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,3379	0,1027	-0,7679

dE\*ab 0,85

	L*	a*	b*
PYO	86,4329	-5,2377	70,1401
P-RENT-70-Y	86,1912	-5,1199	69,9599
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,2417	0,1178	-0,1802

dE\*ab 0,32

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta PIGMENT NEGRE. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 7 PKO			
	L	a	b
SPOT 1	22,591	0,870	0,779
	22,623	0,889	0,813
	22,616	0,900	0,794
	22,592	0,860	0,780
	22,622	0,890	0,812
	22,615	0,910	0,793
MITJANA 1	22,6098	0,8865	0,7952
SPOT 2	22,7140	0,8530	0,8300
	22,7060	0,8990	0,8410
	22,7240	0,8910	0,8490
	22,7130	0,8520	0,8310
	22,7070	0,9000	0,8400
	22,7250	0,8900	0,8480
MITJANA 2	22,7148	0,8808	0,8398
SPOT 3	23,064	0,674	0,712
	23,045	0,711	0,728
	23,047	0,714	1,029
	23,063	0,675	0,713
	23,046	0,710	0,727
	23,048	0,712	1,030
MITJANA 3	23,0522	0,6993	0,8232
TOTAL	22,7923	0,8222	0,8194

MOSTRA: 14 PK500			
	L	a	b
SPOT 1	22,804	0,678	0,416
	22,826	0,765	0,446
	22,826	0,806	0,463
	22,803	0,679	0,415
	22,827	0,764	0,447
	22,825	0,807	0,462
MITJANA 1	22,8185	0,7498	0,4415
SPOT 2	23,137	0,496	0,332
	23,155	0,581	0,392
	23,145	0,550	0,365
	23,136	0,495	0,333
	23,156	0,582	0,391
	23,144	0,549	0,366
MITJANA 2	23,1455	0,5422	0,3632
SPOT 3	23,777	0,191	-0,034
	23,777	0,170	-0,039
	23,772	0,205	-0,015
	23,776	0,192	-0,033
	23,778	0,169	-0,040
	23,771	0,204	-0,014
MITJANA 3	23,7752	0,1885	-0,0292
TOTAL	23,2464	0,4935	0,2585

MOSTRA: 21 PK1000			
	L	a	b
SPOT 1	23,096	0,513	0,312
	23,095	0,512	0,311
	23,097	0,514	0,313
	23,094	0,511	0,310
	23,098	0,516	0,314
	23,099	0,515	0,316
MITJANA 1	23,0965	0,5135	0,3127
SPOT 2	23,121	0,563	0,356
	23,120	0,561	0,355
	23,122	0,565	0,357
	23,119	0,562	0,358
	23,123	0,568	0,354
	23,124	0,559	0,360
MITJANA 2	23,1215	0,5630	0,3567
SPOT 3	23,368	0,490	0,330
	23,369	0,480	0,320
	23,367	0,500	0,340
	23,370	0,470	0,310
	23,366	0,520	0,350
	23,371	0,530	0,360
MITJANA 3	23,3685	0,4983	0,3350
TOTAL	23,1955	0,5249	0,3348

	L*	a*	b*
PKO	22,7923	0,8222	0,8194
PK500	23,2464	0,4935	0,2585
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,4541	-0,3287	-0,5609
dE*ab	0,79		

	L*	a*	b*
PKO	22,7923	0,8222	0,8194
PK1000	23,1955	0,5249	0,3348
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,4032	-0,2973	-0,4846
dE*ab	0,70		

MOSTRA: 59 P-RENT-22-K			
	L	a	b
SPOT 1	22,266	1,008	0,852
	22,265	1,007	0,851
	22,267	1,009	0,853
	22,264	1,006	0,849
	22,268	1,010	0,850
	22,269	1,011	0,857
MITJANA 1	22,2665	1,0085	0,8520
SPOT 2	21,972	1,097	0,863
	21,971	1,096	0,862
	21,973	1,098	0,864
	21,968	1,095	0,861
	21,977	1,099	0,865
	21,969	1,100	0,866
MITJANA 2	21,9717	1,0975	0,8635
SPOT 3	22,157	1,022	0,804
	22,156	1,021	0,803
	22,158	1,023	0,805
	22,155	1,020	0,803
	22,159	1,024	0,806
	22,160	1,025	0,807
MITJANA 3	22,1575	1,0225	0,8047
TOTAL	22,1319	1,0428	0,8401

MOSTRA: 73 P-RENT-70-K			
	L	a	b
SPOT 1	21,942	1,096	0,866
	21,941	1,095	0,865
	21,943	1,097	0,867
	21,944	1,094	0,864
	21,94	1,098	0,868
	21,946	1,099	0,869
MITJANA 1	21,9427	1,0965	0,8665
SPOT 2	22,134	1,032	0,849
	22,133	1,031	0,848
	22,136	1,033	0,850
	22,132	1,030	0,847
	22,138	1,029	0,851
	22,131	1,040	0,853
MITJANA 2	22,1340	1,0325	0,8497
SPOT 3	22,108	1,008	0,770
	22,107	1,007	0,760
	22,109	1,009	0,780
	22,106	1,006	0,750
	22,110	1,010	0,790
	22,112	1,011	0,800
MITJANA 3	22,1087	1,0085	0,7750
TOTAL	22,0618	1,0458	0,8304

	L*	a*	b*
PKO	22,7923	0,8222	0,8194
P-RENT-22-K	22,1319	1,0428	0,8401
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,6604	0,2206	0,0207

dE\*ab 0,70

	L*	a*	b*
PKO	22,7923	0,8222	0,8194
P-RENT-70-K	22,0618	1,0458	0,8304
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,7305	0,2236	0,0110

dE\*ab 0,76

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta REACTIVA VERDA. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 22 RGO			
	L	a	b
SPOT 1	42,041	-37,241	17,564
	42,042	-37,24	17,563
	42,039	-37,242	17,565
	42,04	-37,244	17,562
	42,043	-37,239	17,566
	42,044	-37,245	17,567
MITJANA 1	42,0415	-37,24183	17,5645
SPOT 2	42,382	-38,461	17,744
	42,381	-38,460	17,743
	42,383	-38,462	17,745
	42,380	-38,459	17,742
	42,384	-38,463	17,746
	42,385	-38,464	17,747
MITJANA 2	42,3825	-38,4615	17,7445
SPOT 3	42,379	-38,735	17,694
	42,378	-38,734	17,693
	42,380	-38,733	17,695
	42,377	-38,736	17,692
	42,381	-38,732	17,696
	42,382	-38,740	17,697
MITJANA 3	42,3795	-38,7350	17,6945
TOTAL	42,2678	-38,1461	17,6678

MOSTRA: 29 RG500			
	L	a	b
SPOT 1	43,389	-42,484	13,855
	43,388	-42,483	13,854
	43,387	-42,485	13,856
	43,391	-42,482	13,853
	43,392	-42,486	13,857
	43,385	-42,487	13,858
MITJANA 1	43,388667	-42,4845	13,8555
SPOT 2	43,589	-42,183	14,052
	43,588	-42,182	14,051
	43,590	-42,184	14,053
	43,587	-42,181	14,054
	43,592	-42,185	14,049
	43,591	-42,186	14,056
MITJANA 2	43,5895	-42,1835	14,0525
SPOT 3	44,153	-41,050	13,979
	44,152	-41,040	13,978
	44,154	-41,060	13,980
	44,155	-41,020	13,977
	44,151	-41,080	13,984
	44,156	-41,100	13,976
MITJANA 3	44,1535	-41,0583	13,9790
TOTAL	43,7106	-41,9088	13,9623

MOSTRA: 36 RG1000			
	L	a	b
SPOT 1	46,131	-38,732	10,404
	46,132	-38,731	10,400
	46,130	-38,730	10,401
	46,129	-38,733	10,403
	46,133	-38,734	10,408
	46,134	-38,735	10,410
MITJANA 1	46,1315	-38,7325	10,4043
SPOT 2	46,610	-38,368	10,459
	46,600	-38,367	10,458
	46,620	-38,369	10,460
	46,630	-38,370	10,461
	46,650	-38,366	10,462
	46,590	-38,369	10,463
MITJANA 2	46,6167	-38,3682	10,4605
SPOT 3	47,060	-36,478	10,237
	47,050	-36,479	10,236
	47,070	-36,477	10,238
	47,040	-36,480	10,234
	47,080	-36,478	10,239
	47,100	-36,478	10,240
MITJANA 3	47,0667	-36,4784	10,2373
TOTAL	46,6049	-37,8597	10,3674

	L*	a*	b*
RGO	42,2678	-38,1461	17,6678
RG500	43,7106	-41,9088	13,9623
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	1,4427	-3,7627	-3,7055
dE*ab	5,47		

	L*	a*	b*
RGO	42,2678	-38,1461	17,6678
RG1000	46,6049	-37,8597	10,3674
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,3371	0,2864	-7,3004
dE*ab	8,50		

MOSTRA: 60 R-RENT-22-G			
	L	a	b
SPOT 1	45,381	-43,668	18,112
	45,380	-43,667	18,111
	45,382	-43,669	18,113
	45,379	-43,666	18,110
	45,383	-43,670	18,114
	45,384	-43,671	18,115
MITJANA 1	45,3815	-43,6685	18,1125
SPOT 2	45,505	-43,864	18,071
	45,504	-43,863	18,070
	45,506	-43,865	18,072
	45,503	-43,862	18,069
	45,507	-43,866	18,073
	45,508	7-43,864	18,041
MITJANA 2	45,5055	-43,8640	18,0660
SPOT 3	46,085	-44,723	18,676
	46,084	-44,722	18,675
	46,086	-44,724	18,677
	46,083	-44,721	18,674
	46,087	-44,725	18,678
	46,088	-44,726	18,679
MITJANA 3	46,0855	-44,7235	18,6765
TOTAL	45,6575	-44,0853	18,2850

MOSTRA: 74 R-RENT-70-G			
	L	a	b
SPOT 1	43,730	-43,164	16,768
	43,729	-43,163	16,767
	43,731	-43,165	16,769
	43,728	-43,162	16,766
	43,732	-43,166	16,770
	43,733	-43,167	16,771
MITJANA 1	43,7305	-43,1645	16,7685
SPOT 2	46,053	-45,649	18,751
	46,052	-45,648	18,750
	46,054	-45,650	18,752
	46,051	-45,647	18,749
	46,055	-45,651	18,753
	46,056	-45,652	18,754
MITJANA 2	46,0535	-45,6495	18,7515
SPOT 3	43,512	-40,426	15,643
	43,511	-40,425	15,642
	43,513	-40,427	15,644
	43,510	-40,424	15,641
	43,514	-40,428	15,645
	43,515	-40,429	15,646
MITJANA 3	43,5125	-40,4265	15,6435
TOTAL	44,4322	-43,0802	17,0545

	L*	a*	b*
RGO	42,2678	-38,1461	17,6678
R-RENT-22-G	45,6575	-44,0853	18,2850
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	3,3897	-5,9392	0,6172

dE\*ab 6,87

	L*	a*	b*
RGO	42,2678	-38,1461	17,6678
R-RENT-70-G	44,4322	-43,0802	17,0545
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	2,1643	-4,9341	-0,6133

dE\*ab 5,42



Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta REACTIVA VERMELLA. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 23 RRO			
	L	a	b
SPOT 1	40,550	51,094	36,660
	40,540	51,095	36,650
	40,560	51,093	36,670
	40,530	51,096	36,640
	40,570	51,092	36,680
	40,580	51,097	36,690
MITJANA 1	40,5550	51,0945	36,6650
SPOT 2	40,683	51,251	36,691
	40,682	51,250	36,690
	40,684	51,252	36,692
	40,681	51,249	36,689
	40,685	51,253	36,693
	40,686	51,254	36,694
MITJANA 2	40,6835	51,2515	36,6915
SPOT 3	40,285	50,818	37,390
	40,284	50,817	37,380
	40,286	50,819	37,400
	40,283	50,816	37,370
	40,287	50,820	37,410
	40,288	50,821	37,420
MITJANA 3	40,2855	50,8185	37,3950
TOTAL	40,5080	51,0548	36,9172

MOSTRA: 30 RR500			
	L	a	b
SPOT 1	42,668	51,080	34,093
	42,667	51,079	34,092
	42,669	51,081	34,094
	42,666	51,078	34,091
	42,670	51,082	34,095
	42,671	51,083	34,096
MITJANA 1	42,6685	51,0805	34,0935
SPOT 2	42,817	51,153	34,559
	42,816	51,152	34,558
	42,818	51,154	34,560
	42,815	51,151	34,557
	42,819	51,155	34,556
	42,820	51,156	34,562
MITJANA 2	42,8175	51,1535	34,5587
SPOT 3	43,254	51,376	34,840
	43,253	51,375	34,830
	43,255	51,377	34,850
	43,251	51,374	34,820
	43,256	51,378	34,860
	43,257	51,379	34,870
MITJANA 3	43,2543	51,3765	34,8450
TOTAL	42,9134	51,2035	34,4991

MOSTRA: 37 RR1000			
	L	a	b
SPOT 1	48,736	47,243	32,032
	48,735	47,242	32,031
	48,737	47,244	32,033
	48,734	47,241	32,030
	48,738	47,245	32,034
	48,739	47,246	32,035
MITJANA 1	48,7365	47,2435	32,0325
SPOT 2	48,977	47,727	33,144
	48,976	47,726	33,145
	48,978	47,728	33,143
	48,975	47,725	33,146
	48,979	47,729	33,142
	48,980	47,730	33,147
MITJANA 2	48,9775	47,7275	33,1445
SPOT 3	49,547	47,736	33,191
	49,546	47,735	33,190
	49,548	47,737	33,192
	49,545	47,734	33,193
	49,549	47,738	33,190
	49,550	47,739	33,194
MITJANA 3	49,5475	47,7365	33,1917
TOTAL	49,0872	47,5692	32,7896

	L*	a*	b*
RRO	40,5080	51,0548	36,9172
RR500	42,9134	51,2035	34,4991
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	2,4054	0,1487	-2,4181
dE*ab	3,41		

	L*	a*	b*
RRO	40,5080	51,0548	36,9172
RR1000	49,0872	47,5692	32,7896
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	8,5792	-3,4857	-4,1276
dE*ab	10,14		

MOSTRA: 62 R-RENT-22-R			
	L	a	b
SPOT 1	47,588	57,345	39,425
	47,587	57,344	39,424
	47,589	57,346	39,426
	47,586	57,343	39,423
	47,590	57,347	39,427
	47,591	57,348	39,428
MITJANA 1	47,5885	57,3455	39,4255
SPOT 2	47,941	57,510	40,001
	47,940	57,500	40,000
	47,942	57,520	40,002
	47,943	57,490	39,999
	47,939	57,530	40,003
	47,945	57,540	40,004
MITJANA 2	47,9417	57,5150	40,0015
SPOT 3	47,455	57,286	39,508
	47,454	57,285	39,507
	47,456	57,287	39,509
	47,453	57,284	39,506
	47,457	57,288	39,510
	47,458	57,289	39,511
MITJANA 3	47,4555	57,2865	39,5085
TOTAL	47,6619	57,3823	39,6452

MOSTRA: 75 R-RENT-70-R			
	L	a	b
SPOT 1	46,301	58,300	49,227
	46,300	58,290	49,226
	46,302	58,310	49,228
	46,303	58,280	49,225
	46,299	58,320	49,229
	46,304	58,330	49,230
MITJANA 1	46,3015	58,3050	49,2275
SPOT 2	49,177	58,244	41,397
	49,176	58,243	41,396
	49,178	58,245	41,398
	49,175	58,242	41,395
	49,179	58,246	41,400
	49,180	58,247	41,401
MITJANA 2	49,1775	58,2445	41,3978
SPOT 3	49,2380	57,7100	39,1070
	49,2370	57,7000	39,1060
	49,2390	57,7200	39,1080
	49,2360	57,6900	39,1050
	49,2400	57,7300	39,1090
	49,2410	57,7400	39,1100
MITJANA 3	49,2385	57,7150	39,1075
TOTAL	48,2392	58,0882	43,2443

	L*	a*	b*
RRO	40,5080	51,0548	36,9172
R-RENT-22-R	47,6619	57,3823	39,6452
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	7,1539	6,3275	2,7280

dE\*ab 9,93

	L*	a*	b*
RRO	40,5080	51,0548	36,9172
R-RENT-70-R	48,2392	58,0882	43,2443
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	7,7312	7,0333	6,3271

dE\*ab 12,22

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta REACTIVA BLAVA. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 24 RBO			
	L	a	b
SPOT 1	29,042	4,858	-33,180
	29,041	4,857	-33,170
	29,040	4,859	-33,190
	29,044	4,856	-33,160
	29,039	4,860	-33,200
	29,046	4,861	-33,210
MITJANA 1	29,0420	4,8585	-33,1850
SPOT 2	28,698	4,546	-33,090
	28,697	4,545	-33,080
	28,699	4,547	-33,100
	28,696	4,544	-33,070
	28,670	4,548	-33,110
	28,671	4,549	-33,120
MITJANA 2	28,6885	4,5465	-33,0950
SPOT 3	28,877	4,329	-33,083
	28,878	4,328	-33,082
	28,879	4,330	-33,084
	28,876	4,327	-33,081
	28,875	4,340	-33,085
	28,881	4,350	-33,086
MITJANA 3	28,8777	4,3340	-33,0835
TOTAL	28,8694	4,5797	-33,1212

MOSTRA: 31 RB500			
	L	a	b
SPOT 1	31,246	1,081	-26,646
	31,247	1,080	-26,645
	31,245	1,082	-26,647
	31,248	1,079	-26,644
	31,244	1,083	-26,648
	31,249	1,084	-26,649
MITJANA 1	31,2465	1,0815	-26,6465
SPOT 2	31,284	1,059	-26,463
	31,283	1,060	-26,462
	31,282	1,058	-26,464
	31,285	1,061	-26,461
	31,281	1,062	-26,465
	31,287	1,063	-26,466
MITJANA 2	31,2837	1,0605	-26,4635
SPOT 3	31,198	1,642	-26,699
	31,199	1,641	-26,698
	31,197	1,643	-26,700
	31,195	1,640	-26,697
	31,193	1,640	-26,696
	31,200	1,642	-26,704
MITJANA 3	31,1970	1,6413	-26,6990
TOTAL	31,2424	1,2611	-26,6030

MOSTRA: 38 RB1000			
	L	a	b
SPOT 1	36,301	-0,499	-22,643
	36,300	-0,498	-22,642
	36,302	-0,500	-22,644
	36,299	-0,497	-22,641
	36,303	-0,501	-22,645
	36,304	-0,502	-22,646
MITJANA 1	36,3015	-0,4995	-22,6435
SPOT 2	35,585	-0,226	-23,044
	35,584	-0,225	-23,043
	35,586	-0,227	-23,045
	35,583	-0,224	-23,042
	35,587	-0,228	-23,046
	35,588	-0,229	-23,047
MITJANA 2	35,5855	-0,2265	-23,0445
SPOT 3	36,127	-0,663	-22,811
	36,126	-0,662	-22,810
	36,128	-0,664	-22,812
	36,125	-0,661	-22,809
	36,129	-0,665	-22,813
	36,130	-0,666	-22,814
MITJANA 3	36,1275	-0,6635	-22,8115
TOTAL	36,0048	-0,4632	-22,8332

	L*	a*	b*
RBO	28,8694	4,5797	-33,1212
RB500	31,2424	1,2611	-26,6030
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	2,3730	-3,3186	6,5182

dE\*ab 7,69

	L*	a*	b*
RBO	28,8694	4,5797	-33,1212
RB1000	36,0048	-0,4632	-22,8332
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	7,1354	-5,0428	10,2880

dE\*ab 13,50

MOSTRA: 61 R-RENT-22-B			
	L	a	b
SPOT 1	35,170	4,208	-36,780
	35,160	4,207	-36,770
	35,180	4,209	-36,790
	35,150	4,206	-36,760
	35,190	4,210	-36,800
	35,200	4,211	-36,810
MITJANA 1	35,1750	4,2085	-36,7850
SPOT 2	34,043	4,767	-36,599
	34,042	4,766	-36,598
	34,044	4,768	-36,600
	34,041	4,765	-36,600
	34,045	4,769	-36,597
	34,046	4,770	-36,601
MITJANA 2	34,0435	4,7675	-36,5992
SPOT 3	33,834	4,675	-35,933
	33,833	4,674	-35,932
	33,835	4,676	-35,934
	33,832	4,673	-35,931
	33,836	4,677	-35,935
	33,837	4,678	-35,936
MITJANA 3	33,8345	4,6755	-35,9335
TOTAL	34,3510	4,5505	-36,4392

MOSTRA: 76 R-RENT-70-B			
	L	a	b
SPOT 1	32,778	3,786	-37,377
	32,779	3,785	-37,376
	32,777	3,787	-37,378
	32,780	3,784	-37,375
	32,776	3,788	-37,379
	32,782	3,789	-37,380
MITJANA 1	32,7787	3,7865	-37,3775
SPOT 2	32,6060	3,4760	-37,4240
	32,6050	3,4750	-37,4230
	32,6040	3,4770	-37,4250
	32,6080	3,4740	-37,4220
	32,6090	3,4770	-37,4260
	32,6100	3,4780	-37,4270
MITJANA 2	32,6070	3,4762	-37,4245
SPOT 3	35,500	3,376	-36,717
	35,400	3,375	-36,716
	35,600	3,374	-36,718
	35,300	3,377	-36,715
	35,700	3,378	-36,719
	35,800	3,379	-36,720
MITJANA 3	35,5500	3,3765	-36,7175
TOTAL	33,6452	3,5464	-37,1732

	L*	a*	b*
RBO	28,8694	4,5797	-33,1212
R-RENT-22-B	34,3510	4,5505	-36,4392
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	5,4816	-0,0292	-3,3181

dE\*ab 6,41

	L*	a*	b*
RBO	28,8694	4,5797	-33,1212
R-RENT-70-B	33,6452	3,5464	-37,1732
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,7758	-1,0333	-4,0520

dE\*ab 6,35

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta REACTIVA CIAN. Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 25 RCO			
	L	a	b
SPOT 1	56,793	-31,675	-30,602
	56,792	-31,674	-30,601
	56,794	-31,676	-30,603
	56,791	-31,673	-30,599
	56,795	-31,677	-30,604
	56,796	-31,678	-30,605
MITJANA 1	56,7935	-31,6755	-30,6023
SPOT 2	56,691	-31,194	-30,751
	56,690	-31,193	-30,750
	56,692	-31,195	-30,752
	56,689	-31,192	-30,749
	56,693	-31,196	-30,750
	56,694	-31,197	-30,757
MITJANA 2	56,6915	-31,1945	-30,7515
SPOT 3	56,426	-31,915	-30,882
	56,425	-31,914	-30,881
	56,427	-31,916	-30,883
	56,424	-31,913	-30,880
	56,428	-31,917	-30,884
	56,429	-31,918	-30,885
MITJANA 3	56,4265	-31,9155	-30,8825
TOTAL	56,6372	-31,5952	-30,7454

MOSTRA: 32 RC500			
	L	a	b
SPOT 1	56,523	-32,986	-19,039
	56,522	-32,985	-19,038
	56,524	-32,987	-19,040
	56,521	-32,984	-19,037
	56,525	-32,988	-19,041
	56,526	-32,989	-19,042
MITJANA 1	56,5235	-32,9865	-19,0395
SPOT 2	56,851	-32,165	-18,408
	56,850	-32,164	-18,407
	56,852	-32,166	-18,409
	56,849	-32,163	-18,406
	56,853	-32,167	-18,410
	56,854	-32,168	-18,411
MITJANA 2	56,8515	-32,1655	-18,4085
SPOT 3	56,694	-32,823	-18,372
	56,693	-32,822	-18,371
	56,695	-32,824	-18,373
	56,692	-32,821	-18,370
	56,696	-32,825	-18,374
	56,697	-32,826	-18,375
MITJANA 3	56,6945	-32,8235	-18,3725
TOTAL	56,6898	-32,6585	-18,6068

MOSTRA: 39 RC1000			
	L	a	b
SPOT 1	60,003	-28,617	-15,024
	60,002	-28,616	-15,023
	60,004	-28,618	-15,025
	60,001	-28,615	-15,022
	60,005	-28,619	-15,026
	60,006	-28,620	-15,027
MITJANA 1	60,0035	-28,6175	-15,0245
SPOT 2	59,834	-28,409	-14,989
	59,833	-28,408	-14,988
	59,835	-28,410	-14,990
	59,832	-28,407	-14,987
	59,836	-28,411	-14,991
	59,837	-28,412	-14,992
MITJANA 2	59,8345	-28,4095	-14,9895
SPOT 3	59,972	-28,670	-15,002
	59,971	-28,660	-15,001
	59,973	-28,680	-15,003
	59,970	-28,650	-14,999
	59,974	-28,700	-15,004
	59,975	-28,710	-15,005
MITJANA 3	59,9725	-28,6783	-15,0023
TOTAL	59,9368	-28,5684	-15,0054

	L*	a*	b*
RCO	56,6372	-31,5952	-30,7454
RC500	56,6898	-32,6585	-18,6068
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,0527	-1,0633	12,1386
dE*ab	12,19		

	L*	a*	b*
RCO	56,6372	-31,5952	-30,7454
RC1000	59,9368	-28,5684	-15,0054
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	3,2997	3,0267	15,7400
dE*ab	16,36		

MOSTRA: 63 R-RENT-22-C			
	L	a	b
SPOT 1	61,195	-39,598	-29,709
	61,194	-39,597	-29,708
	61,196	-39,599	-29,710
	61,193	-39,596	-29,707
	61,197	-39,600	-29,711
	61,198	-39,601	-29,712
MITJANA 1	61,1955	-39,5985	-29,7095
SPOT 2	61,344	-39,547	-29,812
	61,345	-39,548	-29,813
	61,343	-39,546	-29,811
	61,346	-39,549	-29,814
	61,342	-39,545	-29,810
	61,347	-39,550	-29,815
MITJANA 2	61,3445	-39,5475	-29,8125
SPOT 3	61,956	-39,352	-29,491
	61,957	-39,353	-29,492
	61,955	-39,351	-29,490
	61,958	-39,354	-29,493
	61,954	-39,350	-29,489
	61,959	-39,355	-29,494
MITJANA 3	61,9565	-39,3525	-29,4915
TOTAL	61,4988	-39,4995	-29,6712

MOSTRA: 78 R-RENT-70-C			
	L	a	b
SPOT 1	62,717	-37,410	-28,530
	62,718	-37,420	-28,540
	62,716	-37,400	-28,520
	62,719	-37,430	-28,550
	62,715	-37,390	-28,510
	62,720	-37,440	-28,560
MITJANA 1	62,7175	-37,4150	-28,5350
SPOT 2	63,800	-35,785	-28,180
	63,900	-35,786	-28,170
	64,000	-35,784	-28,190
	63,600	-35,787	-28,160
	64,100	-35,783	-28,200
	63,700	-35,788	-28,210
MITJANA 2	63,8500	-35,7855	-28,1850
SPOT 3	64,159	-36,273	-28,510
	64,160	-36,274	-28,520
	64,158	-36,272	-28,500
	64,161	-36,275	-28,530
	64,157	-36,271	-28,490
	64,162	-36,276	-28,540
MITJANA 3	64,1595	-36,2735	-28,5150
TOTAL	63,5757	-36,4913	-28,4117

	L*	a*	b*
RCO	56,6372	-31,5952	-30,7454
R-RENT-22-C	61,4988	-39,4995	-29,6712
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,8617	-7,9043	1,0743

dE\*ab 9,34

	L*	a*	b*
RCO	56,6372	-31,5952	-30,7454
R-RENT-70-C	63,5757	-36,4913	-28,4117
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	6,9385	-4,8962	2,3338

dE\*ab 8,81



Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta REACTIVA MAGENTA . Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 26 RMO			
	L	a	b
SPOT 1	51,869	48,494	3,281
	51,868	48,493	3,280
	51,870	48,495	3,279
	51,867	48,492	3,282
	51,871	48,496	3,284
	51,872	48,497	3,285
MITJANA 1	51,8695	48,4945	3,2818
SPOT 2	51,901	48,353	3,639
	51,900	48,352	3,638
	51,902	48,354	3,640
	51,899	48,351	3,637
	51,903	48,355	3,641
	51,904	48,356	3,642
MITJANA 2	51,9015	48,3535	3,6395
SPOT 3	51,479	49,345	3,297
	51,480	49,346	3,298
	51,478	49,344	3,296
	51,481	49,347	3,299
	51,477	49,343	3,295
	51,482	49,348	3,300
MITJANA 3	51,4795	49,3455	3,2975
TOTAL	51,7502	48,7312	3,4063

MOSTRA: 33 RM500			
	L	a	b
SPOT 1	55,920	42,530	8,383
	55,930	42,540	8,384
	55,910	42,520	8,382
	55,940	42,550	8,385
	55,900	42,510	8,381
	55,950	42,560	8,386
MITJANA 1	55,9250	42,5350	8,3835
SPOT 2	57,046	40,975	8,591
	57,047	40,976	8,592
	57,045	40,974	8,590
	57,048	40,977	8,593
	57,044	40,973	8,589
	57,049	40,978	8,594
MITJANA 2	57,0465	40,9755	8,5915
SPOT 3	55,659	42,836	7,895
	55,660	42,837	7,896
	55,658	42,835	7,894
	55,661	42,838	7,897
	55,657	42,834	7,893
	55,662	42,839	7,898
MITJANA 3	55,6595	42,8365	7,8955
TOTAL	56,2103	42,1157	8,2902

MOSTRA: 40 RM1000			
	L	a	b
SPOT 1	65,032	32,936	6,744
	65,033	32,937	6,745
	65,031	32,935	6,743
	65,034	32,938	6,746
	65,030	32,934	6,742
	65,035	32,939	6,747
MITJANA 1	65,0325	32,9365	6,7445
SPOT 2	64,197	34,209	6,358
	64,198	34,210	6,359
	64,196	34,208	6,357
	64,199	34,211	6,360
	64,195	34,207	6,356
	64,200	34,212	6,361
MITJANA 2	64,1975	34,2095	6,3585
SPOT 3	64,558	33,921	6,156
	64,559	33,922	6,157
	64,557	33,920	6,155
	64,560	33,923	6,158
	64,556	33,919	6,154
	64,561	33,924	6,159
MITJANA 3	64,5585	33,9215	6,1565
TOTAL	64,5962	33,6892	6,4198

	L*	a*	b*
RMO	51,7502	48,7312	3,4063
RM500	56,2103	42,1157	8,2902
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,4602	-6,6155	4,8839
dE*ab	9,35		

	L*	a*	b*
RMO	51,7502	48,7312	3,4063
RM1000	64,5962	33,6892	6,4198
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	12,8460	-15,0420	3,0136
dE*ab	20,01		

MOSTRA: 64 R-RENT-22-M			
	L	a	b
SPOT 1	56,040	56,453	0,463
	56,050	56,454	0,464
	56,030	56,452	0,462
	56,060	56,455	0,465
	56,020	56,451	0,461
	56,070	56,456	0,466
MITJANA 1	56,0450	56,4535	0,4635
SPOT 2	56,534	55,685	0,335
	56,535	55,686	0,336
	56,533	55,684	0,334
	56,536	55,687	0,337
	56,532	55,683	0,333
	56,537	55,688	0,338
MITJANA 2	56,5345	55,6855	0,3355
SPOT 3	56,413	55,428	0,096
	56,414	55,429	0,097
	56,412	55,427	0,095
	56,415	55,43	0,098
	56,411	55,426	0,094
	56,416	55,431	0,099
MITJANA 3	56,4135	55,4285	0,0965
TOTAL	56,3310	55,8558	0,2985

MOSTRA: 77 R-RENT-70-M			
	L	a	b
SPOT 1	55,612	54,960	4,142
	55,613	54,970	4,143
	55,611	54,950	4,142
	55,614	54,980	4,142
	55,610	54,940	4,142
	55,615	54,990	4,142
MITJANA 1	55,6125	54,9650	4,1422
SPOT 2	55,866	55,729	3,911
	55,867	55,730	3,912
	55,865	55,728	3,910
	55,868	55,731	3,913
	55,864	55,727	3,909
	55,869	55,732	3,914
MITJANA 2	55,8665	55,7295	3,9115
SPOT 3	58,383	54,582	1,481
	58,384	54,583	1,482
	58,382	54,581	1,480
	58,385	54,584	1,483
	58,381	54,579	1,479
	58,386	54,585	1,484
MITJANA 3	58,3835	54,5823	1,4815
TOTAL	56,6208	55,0923	3,1784

	L*	a*	b*
RMO	51,7502	48,7312	3,4063
R-RENT-22-M	56,3310	55,8558	0,2985
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,5808	7,1247	-3,1078

dE\*ab 9,02

	L*	a*	b*
RMO	51,7502	48,7312	3,4063
R-RENT-70-M	56,6208	55,0923	3,1784
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,8707	6,3611	-0,2279

dE\*ab 8,01

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta REACTIVA GROC . Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 27 RYO			
	L	a	b
SPOT 1	77,942	6,307	78,297
	77,943	6,308	78,298
	77,941	6,306	78,296
	77,944	6,309	78,299
	77,940	6,305	78,295
	77,945	6,310	78,300
MITJANA 1	77,9425	6,3075	78,2975
SPOT 2	78,219	6,584	78,358
	78,220	6,585	78,359
	78,218	6,583	78,357
	78,221	6,586	78,360
	78,217	6,582	78,356
	78,222	6,587	78,361
MITJANA 2	78,2195	6,5845	78,3585
SPOT 3	78,162	5,857	78,167
	78,163	5,858	78,168
	78,161	5,856	78,166
	78,164	5,859	78,169
	78,160	5,855	78,165
	78,165	5,860	78,170
MITJANA 3	78,1625	5,8575	78,1675
TOTAL	78,1082	6,2498	78,2745

MOSTRA: 34 RY500			
	L	a	b
SPOT 1	77,893	7,774	71,174
	77,894	7,775	71,175
	77,892	7,773	71,173
	77,895	7,776	71,176
	77,891	7,772	71,172
	77,896	7,777	71,177
MITJANA 1	77,8935	7,7745	71,1745
SPOT 2	77,113	8,487	70,987
	77,114	8,488	70,988
	77,112	8,486	70,986
	77,115	8,489	70,989
	77,111	8,485	70,985
	77,116	8,490	70,990
MITJANA 2	77,1135	8,4875	70,9875
SPOT 3	77,468	7,127	70,831
	77,469	7,128	70,832
	77,467	7,126	70,830
	77,470	7,129	70,833
	77,466	7,125	70,829
	77,471	7,130	70,834
MITJANA 3	77,4685	7,1275	70,8315
TOTAL	77,4918	7,7965	70,9978

MOSTRA: 41 RY1000			
	L	a	b
SPOT 1	79,780	4,555	62,697
	79,781	4,556	62,698
	79,779	4,554	62,696
	79,782	4,557	62,699
	79,778	4,553	62,695
	79,783	4,558	62,700
MITJANA 1	79,7805	4,5555	62,6975
SPOT 2	79,821	4,906	63,698
	79,822	4,907	63,699
	79,820	4,905	63,697
	79,823	4,908	63,700
	79,819	4,904	63,696
	79,824	4,909	63,701
MITJANA 2	79,8215	4,9065	63,6985
SPOT 3	79,704	4,553	63,572
	79,705	4,554	63,573
	79,703	4,552	63,571
	79,706	4,555	63,574
	79,702	4,551	63,570
	79,707	4,556	63,575
MITJANA 3	79,7045	4,5535	63,5725
TOTAL	79,7688	4,6718	63,3228

	L*	a*	b*
RYO	78,1082	6,2498	78,2745
RY500	77,4918	7,7965	70,9978
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,6163	1,5467	-7,2767
dE*ab	7,46		

	L*	a*	b*
RYO	78,1082	6,2498	78,2745
RY1000	79,7688	4,6718	63,3228
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	1,6607	-1,5780	-14,9517
dE*ab	15,13		

MOSTRA: 65 R-RENT-22-Y			
	L	a	b
SPOT 1	80,950	-0,596	73,747
	80,951	-0,597	73,748
	80,949	-0,595	73,746
	80,952	-0,598	73,749
	80,948	-0,594	73,745
	80,953	-0,599	73,750
MITJANA 1	80,9505	-0,5965	73,7475
SPOT 2	80,870	-0,395	73,656
	80,871	-0,396	73,657
	80,869	-0,394	73,655
	80,872	-0,397	73,658
	80,868	-0,393	73,654
	80,873	-0,398	73,659
MITJANA 2	80,8705	-0,3955	73,6565
SPOT 3	81,560	-0,808	73,387
	81,561	-0,809	73,388
	81,559	-0,807	73,386
	81,562	-0,810	73,389
	81,558	-0,806	73,385
	81,563	-0,811	73,390
MITJANA 3	81,5605	-0,8085	73,3875
TOTAL	81,1272	-0,6002	73,5972

MOSTRA: 79 R-RENT-70-Y			
	L	a	b
SPOT 1	81,866	-0,357	73,118
	81,867	-0,358	73,119
	81,868	-0,356	73,117
	81,865	-0,359	73,120
	81,869	-0,355	73,116
	81,864	-0,360	73,121
MITJANA 1	81,8665	-0,3575	73,1185
SPOT 2	81,691	-0,087	72,901
	81,692	-0,088	72,902
	81,690	-0,086	72,900
	81,693	-0,089	72,903
	81,689	-0,085	72,899
	81,694	-0,090	72,904
MITJANA 2	81,6915	-0,0875	72,9015
SPOT 3	81,924	-0,653	71,999
	81,925	-0,654	72,000
	81,923	-0,652	71,998
	81,926	-0,655	72,001
	81,922	-0,651	71,997
	81,927	-0,656	72,002
MITJANA 3	81,9245	-0,6535	71,9995
TOTAL	81,8275	-0,3662	72,6732

	L*	a*	b*
RYO	78,1082	6,2498	78,2745
R-RENT-22-Y	81,1272	-0,6002	73,5972
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	3,0190	-6,8500	-4,6773

dE\*ab 8,83

	L*	a*	b*
RYO	78,1082	6,2498	78,2745
R-RENT-70-Y	81,8275	-0,3662	72,6732
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	3,7193	-6,6160	-5,6013

dE\*ab 9,43

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de tinta REACTIVA NEGRA . Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 28 RKO			
	L	a	b
SPOT 1	21,006	0,747	0,101
	21,007	0,748	0,102
	21,005	0,746	0,100
	21,008	0,749	0,103
	21,004	0,745	0,990
	21,009	0,750	0,104
MITJANA 1	21,0065	0,7475	0,2500
SPOT 2	20,892	0,720	0,032
	20,893	0,730	0,033
	20,891	0,710	0,031
	20,894	0,740	0,034
	20,890	0,700	0,030
	20,895	0,750	0,035
MITJANA 2	20,8925	0,7250	0,0325
SPOT 3	20,915	0,687	0,002
	20,916	0,688	0,003
	20,914	0,686	0,001
	20,917	0,689	0,002
	20,913	0,685	0,001
	20,918	0,690	0,003
MITJANA 3	20,9155	0,6875	0,0020
TOTAL	20,9382	0,7200	0,0948

MOSTRA: 35 RK500			
	L	a	b
SPOT 1	24,279	1,536	1,920
	24,280	1,537	1,930
	24,278	1,535	1,910
	24,281	1,538	1,940
	24,277	1,534	1,900
	24,282	1,539	1,950
MITJANA 1	24,2795	1,5365	1,9250
SPOT 2	24,183	1,524	1,748
	24,184	1,525	1,749
	24,182	1,523	1,747
	24,185	1,526	1,750
	24,181	1,522	1,746
	24,186	1,527	1,751
MITJANA 2	24,1835	1,5245	1,7485
SPOT 3	24,353	1,194	1,513
	24,354	1,195	1,514
	24,352	1,193	1,512
	24,355	1,196	1,515
	24,351	1,192	1,511
	24,356	1,197	1,516
MITJANA 3	24,3535	1,1945	1,5135
TOTAL	24,2722	1,4185	1,7290

MOSTRA: 42 RK1000			
	L	a	b
SPOT 1	29,684	2,074	4,433
	29,685	2,075	4,434
	29,683	2,073	4,432
	29,686	2,076	4,435
	29,682	2,072	4,431
	29,687	2,077	4,436
MITJANA 1	29,6845	2,0745	4,4335
SPOT 2	29,162	2,056	4,114
	29,163	2,057	4,115
	29,161	2,055	4,113
	29,164	2,058	4,116
	29,16	2,054	4,112
	29,165	2,059	4,117
MITJANA 2	29,1625	2,0565	4,1145
SPOT 3	29,208	1,744	4,063
	29,209	1,745	4,064
	29,207	1,743	4,062
	29,21	1,746	4,065
	29,206	1,742	4,061
	29,211	1,747	4,066
MITJANA 3	29,2085	1,7445	4,0635
TOTAL	29,3518	1,9585	4,2038

	L*	a*	b*
RKO	20,9382	0,7200	0,0948
RK500	24,2722	1,4185	1,7290
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	3,3340	0,6985	1,6342
dE*ab	3,78		

	L*	a*	b*
RKO	20,9382	0,7200	0,0948
RK1000	29,3518	1,9585	4,2038
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	8,4137	1,2385	4,1090
dE*ab	9,44		

MOSTRA: 66 R-RENT-22-K			
	L	a	b
SPOT 1	24,632	-2,002	-0,568
	24,631	-2,001	-0,567
	24,633	-2,003	-0,569
	24,630	-2,000	-0,566
	24,634	-2,004	-0,570
	24,635	-2,005	-0,571
MITJANA 1	24,6325	-2,0025	-0,5685
SPOT 2	25,205	-2,290	-0,574
	25,204	-2,280	-0,573
	25,206	-2,300	-0,575
	25,207	-2,270	-0,572
	25,202	-2,310	-0,576
	25,208	-2,320	-0,577
MITJANA 2	25,2053	-2,2950	-0,5745
SPOT 3	25,038	-2,232	-0,492
	25,037	-2,233	-0,493
	25,039	-2,231	-0,491
	25,036	-2,234	-0,494
	25,040	-2,230	-0,490
	25,035	-2,235	-0,495
MITJANA 3	25,0375	-2,2325	-0,4925
TOTAL	24,9584	-2,1767	-0,5452

MOSTRA: 80 R-RENT-70-K			
	L	a	b
SPOT 1	24,725	-1,754	0,049
	24,726	-1,755	0,050
	24,724	-1,753	0,048
	24,727	-1,756	0,051
	24,728	-1,752	0,047
	24,723	-1,757	0,052
MITJANA 1	24,7255	-1,7545	0,0495
SPOT 2	22,108	-0,211	-0,345
	22,109	-0,212	-0,346
	22,107	-0,210	-0,344
	22,110	-0,213	-0,347
	22,106	-0,209	-0,343
	22,112	-0,214	-0,348
MITJANA 2	22,1087	-0,2115	-0,3455
SPOT 3	24,955	-1,788	0,021
	24,956	-1,789	0,022
	24,954	-1,787	0,019
	24,957	-1,790	0,023
	24,953	-1,786	0,018
	24,958	-1,791	0,024
MITJANA 3	24,9555	-1,7885	0,0212
TOTAL	23,9299	-1,2515	-0,0916

	L*	a*	b*
RKO	20,9382	0,7200	0,0948
R-RENT-22-K	24,9584	-2,1767	-0,5452
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	4,0203	-2,8967	-0,6400

dE\*ab 5,00

	L*	a*	b*
RKO	20,9382	0,7200	0,0948
R-RENT-70-K	23,9299	-1,2515	-0,0916
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	2,9917	-1,9715	-0,1864

dE\*ab 3,59



Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de TEIXIT PIGMENT . Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 43 PTO			
	L	a	b
SPOT 1	93,013	-1,578	4,519
	93,014	-1,579	4,520
	93,012	-1,577	4,518
	93,015	-1,580	4,521
	93,011	-1,576	4,517
	93,016	-1,581	4,522
MITJANA 1	93,0135	-1,5785	4,5195
SPOT 2	93,144	-1,664	4,453
	93,145	-1,665	4,454
	93,143	-1,663	4,452
	93,146	-1,666	4,455
	93,142	-1,662	4,451
	93,147	-1,667	4,456
MITJANA 2	93,1445	-1,6645	4,4535
SPOT 3	92,908	-1,527	4,455
	92,909	-1,528	4,456
	92,907	-1,526	4,454
	92,910	-1,529	4,457
	92,906	-1,525	4,453
	92,911	-1,530	4,458
MITJANA 3	92,9085	-1,5275	4,4555
TOTAL	93,0222	-1,5902	4,4762

MOSTRA: 44 PT500			
	L	a	b
SPOT 1	92,456	-1,224	6,014
	92,457	-1,225	6,015
	92,455	-1,223	6,013
	92,458	-1,226	6,016
	92,454	-1,222	6,012
	92,459	-1,227	6,017
MITJANA 1	92,4565	-1,2245	6,0145
SPOT 2	91,541	-1,008	5,288
	91,542	-1,009	5,289
	91,540	-1,007	5,287
	91,543	-1,010	5,290
	91,539	-1,006	5,286
	91,544	-1,011	5,291
MITJANA 2	91,5415	-1,0085	5,2885
SPOT 3	92,480	-1,183	6,085
	92,481	-1,184	6,086
	92,479	-1,182	6,084
	92,482	-1,185	6,087
	92,478	-1,181	6,083
	92,483	-1,186	6,088
MITJANA 3	92,4805	-1,1835	6,0855
TOTAL	92,1595	-1,1388	5,7962

MOSTRA: 45 PT1000			
	L	a	b
SPOT 1	90,517	-0,910	4,669
	90,518	-0,911	4,670
	90,519	-0,909	4,668
	90,516	-0,912	4,671
	90,515	-0,908	4,667
	90,520	-0,913	4,672
MITJANA 1	90,5175	-0,9105	4,6695
SPOT 2	91,282	-0,810	7,366
	91,283	-0,811	7,367
	91,281	-0,809	7,365
	91,284	-0,812	7,368
	91,280	-0,808	7,364
	91,285	-0,813	7,369
MITJANA 2	91,2825	-0,8105	7,3665
SPOT 3	92,040	-1,122	6,660
	92,041	-1,123	6,661
	92,039	-1,121	6,659
	92,042	-1,124	6,662
	92,038	-1,120	6,658
	92,043	-1,125	6,663
MITJANA 3	92,0405	-1,1225	6,6605
TOTAL	91,2802	-0,9478	6,2322

	L*	a*	b*
PTO	93,0222	-1,5902	4,4762
PT500	92,1595	-1,1388	5,7962
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,8627	0,4513	1,3200
dE*ab	1,64		

	L*	a*	b*
PTO	93,0222	-1,5902	4,4762
PT1000	91,2802	-0,9478	6,2322
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-1,7420	0,6423	1,7560
dE*ab	2,56		

MOSTRA: 49 P-RENT-22-O			
	L	a	b
SPOT 1	92,967	-1,676	4,496
	92,968	-1,677	4,497
	92,966	-1,675	4,495
	92,969	-1,678	4,498
	92,965	-1,674	4,494
	92,970	-1,679	4,499
MITJANA 1	92,9675	-1,6765	4,4965
SPOT 2	93,183	-1,757	4,594
	93,184	-1,758	4,595
	93,182	-1,756	4,593
	93,185	-1,759	4,596
	93,181	-1,755	4,592
	93,186	-1,760	4,597
MITJANA 2	93,1835	-1,7575	4,5945
SPOT 3	92,967	-1,658	4,494
	92,968	-1,659	4,495
	92,966	-1,657	4,493
	92,969	-1,660	4,496
	92,965	-1,656	4,492
	92,970	-1,661	4,497
MITJANA 3	92,9675	-1,6585	4,4945
TOTAL	93,0395	-1,6975	4,5285

MOSTRA: 51 P-RENT-70-O			
	L	a	b
SPOT 1	92,858	-1,585	4,330
	92,859	-1,586	4,331
	92,857	-1,584	4,329
	92,860	-1,587	4,332
	92,856	-1,583	4,328
	92,861	-1,588	4,333
MITJANA 1	92,8585	-1,5855	4,3305
SPOT 2	93,120	-1,714	4,478
	93,121	-1,715	4,479
	93,119	-1,713	4,477
	93,122	-1,716	4,480
	93,118	-1,712	4,476
	93,123	-1,717	4,481
MITJANA 2	93,1205	-1,7145	4,4785
SPOT 3	93,146	-1,775	4,524
	93,147	-1,776	4,525
	93,145	-1,774	4,523
	93,148	-1,777	4,526
	93,144	-1,773	4,522
	93,149	-1,778	4,527
MITJANA 3	93,1465	-1,7755	4,5245
TOTAL	93,0418	-1,6918	4,4445

	L*	a*	b*
PTO	93,0222	-1,5902	4,4762
P-RENT-22-O	93,0395	-1,6975	4,5285
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,0173	-0,1073	0,0523

dE\*ab 0,12

	L*	a*	b*
PTO	93,0222	-1,5902	4,4762
P-RENT-70-O	93,0418	-1,6918	4,4445
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	0,0197	-0,1017	-0,0317

dE\*ab 0,11

Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* de les mostres de TEIXIT REACTIVA . Comparació de les mostres abans i després de l'exposició a llum UV i rentat amb aigua.

MOSTRA: 46 RTO			
	L	a	b
SPOT 1	92,415	-1,171	7,937
	92,416	-1,172	7,938
	92,414	-1,170	7,936
	92,417	-1,173	7,939
	92,413	-1,169	7,935
	92,418	-1,174	7,940
MITJANA 1	92,4155	-1,1715	7,9375
SPOT 2	92,352	-1,171	7,932
	92,353	-1,172	7,933
	92,351	-1,170	7,931
	92,354	-1,173	7,934
	92,350	-1,169	7,930
	92,355	-1,174	7,935
MITJANA 2	92,3525	-1,1715	7,9325
SPOT 3	92,193	-1,116	7,877
	92,194	-1,117	7,878
	92,192	-1,115	7,876
	92,195	-1,118	7,879
	92,191	-1,114	7,875
	92,196	-1,119	7,880
MITJANA 3	92,1935	-1,1165	7,8775
TOTAL	92,3205	-1,1532	7,9158

MOSTRA: 47 RT500			
	L	a	b
SPOT 1	88,896	2,300	16,746
	88,897	2,301	16,747
	88,895	2,299	16,745
	88,898	2,302	16,748
	88,894	2,298	16,744
	88,899	2,303	16,749
MITJANA 1	88,8965	2,3005	16,7465
SPOT 2	89,263	1,697	16,169
	89,264	1,698	16,170
	89,262	1,696	16,168
	89,265	1,699	16,171
	89,261	1,695	16,167
	89,266	1,700	16,172
MITJANA 2	89,2635	1,6975	16,1695
SPOT 3	89,301	1,764	16,213
	89,302	1,765	16,214
	89,299	1,763	16,212
	89,303	1,766	16,215
	89,298	1,762	16,211
	89,304	1,767	16,216
MITJANA 3	89,3012	1,7645	16,2135
TOTAL	89,1537	1,9208	16,3765

MOSTRA: 48 RT1000			
	L	a	b
SPOT 1	89,611	1,300	13,450
	89,612	1,301	13,451
	89,610	1,299	13,449
	89,613	1,302	13,452
	89,609	1,298	13,448
	89,614	1,304	13,453
MITJANA 1	89,6115	1,3007	13,4505
SPOT 2	89,819	0,858	13,106
	89,820	0,859	13,107
	89,818	0,857	13,105
	89,821	0,860	13,108
	89,817	0,856	13,104
	89,822	0,861	13,109
MITJANA 2	89,8195	0,8585	13,1065
SPOT 3	89,891	0,788	12,937
	89,892	0,789	12,938
	89,890	0,787	12,936
	89,893	0,790	12,939
	89,889	0,786	12,935
	89,894	0,789	12,940
MITJANA 3	89,8915	0,7882	12,9375
TOTAL	89,7742	0,9825	13,1648

	L*	a*	b*
RTO	92,3205	-1,1532	7,9158
RT500	89,1537	1,9208	16,3765
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-3,1668	3,0740	8,4607
dE*ab	9,54		

	L*	a*	b*
RTO	92,3205	-1,1532	7,9158
RT1000	89,7742	0,9825	13,1648
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-2,5463	2,1356	5,2490
dE*ab	6,21		

MOSTRA: 50 R-RENT-22-O			
	L	a	b
SPOT 1	92,386	-1,030	5,314
	92,387	-1,040	5,315
	92,385	-1,020	5,313
	92,388	-1,050	5,316
	92,384	-1,010	5,312
	92,389	-1,060	5,317
MITJANA 1	92,3865	-1,0350	5,3145
SPOT 2	92,121	-1,111	5,172
	92,122	-1,112	5,173
	92,120	-1,110	5,171
	92,123	-1,113	5,174
	92,119	-1,109	5,170
	92,124	-1,114	5,175
MITJANA 2	92,1215	-1,1115	5,1725
SPOT 3	92,198	-1,695	4,963
	92,199	-1,696	4,964
	92,197	-1,694	4,962
	92,200	-1,697	4,965
	92,196	-1,693	4,961
	92,201	-1,698	4,966
MITJANA 3	92,1985	-1,6955	4,9635
TOTAL	92,2355	-1,2807	5,1502

MOSTRA: 52 R-RENT-70-O			
	L	a	b
SPOT 1	92,429	-1,172	4,646
	92,430	-1,173	4,647
	92,428	-1,171	4,645
	92,431	-1,174	4,648
	92,427	-1,170	4,644
	92,432	-1,175	4,649
MITJANA 1	92,4295	-1,1725	4,6465
SPOT 2	92,096	-1,205	4,595
	92,097	-1,206	4,596
	92,095	-1,204	4,594
	92,098	-1,207	4,597
	92,094	-1,203	4,593
	92,099	-1,208	4,598
MITJANA 2	92,0965	-1,2055	4,5955
SPOT 3	90,575	-0,862	4,912
	90,576	-0,863	4,913
	90,574	-0,861	4,911
	90,577	-0,864	4,914
	90,573	-0,860	4,910
	90,578	-0,865	4,915
MITJANA 3	90,5755	-0,8625	4,9125
TOTAL	91,7005	-1,0802	4,7182

	L*	a*	b*
RTO	92,3205	-1,1532	7,9158
R-RENT-22-O	92,2355	-1,2807	5,1502
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,0850	-0,1275	-2,7657

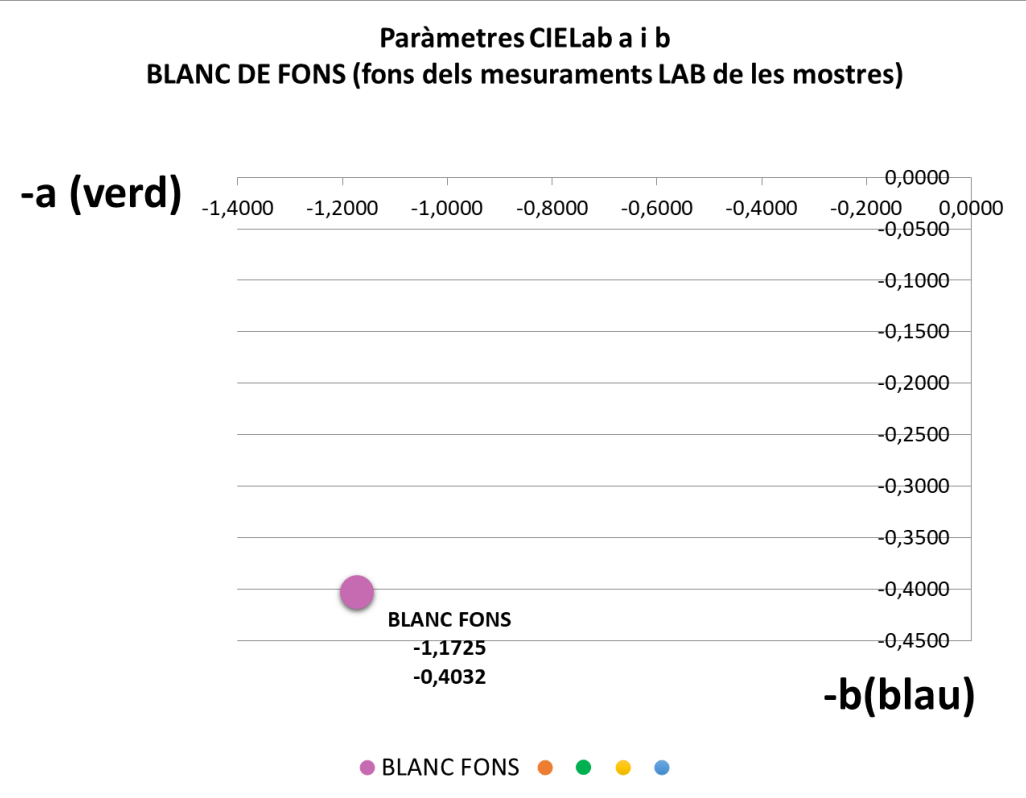
dE\*ab 2,77

	L*	a*	b*
RTO	92,3205	-1,1532	7,9158
R-RENT-70-O	91,7005	-1,0802	4,7182
DIFERENCIA	dL*	da*	db*
	-0,6200	0,0730	-3,1977

dE\*ab 3,26

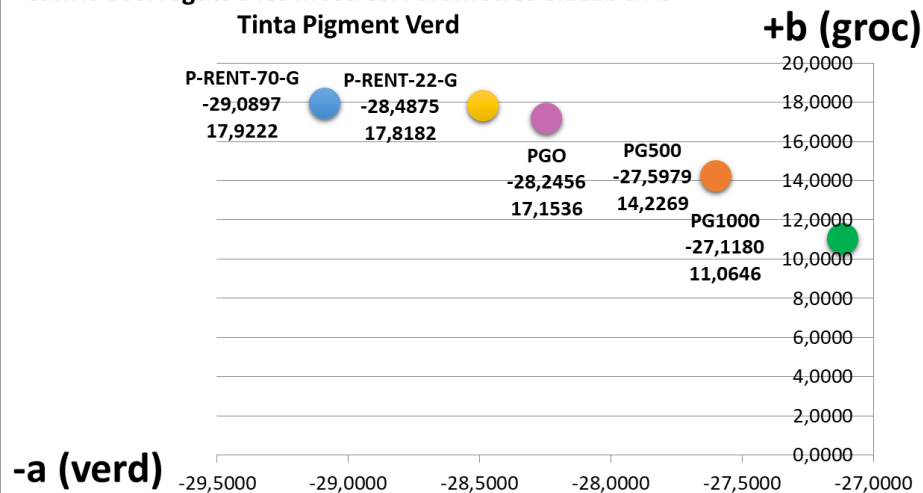
Paràmetres CIELAB L\*a\*b\* Paràmetres CIElab a i b BLANC DE FONS (fons dels mesuraments LAB de les mostres).

MOSTRA: 0 MESURA FONS BLANC			
	L	a	b
SPOT 1	91,985	-1,172	-0,403
	91,986	-1,173	-0,404
	91,984	-1,171	-0,402
	91,987	-1,174	-0,405
	91,983	-1,170	-0,401
	91,988	-1,175	-0,406
MITJANA 1	91,9855	-1,1725	-0,4035
SPOT 2	91,989	-1,169	-0,399
	91,982	-1,176	-0,407
	91,990	-1,168	-0,398
	91,981	-1,177	-0,408
	91,991	-1,178	-0,397
	91,992	-1,167	-0,409
MITJANA 2	91,9875	-1,1725	-0,4030
SPOT 3	91,993	-1,166	-0,410
	91,980	-1,179	-0,396
	91,994	-1,165	-0,411
	91,979	-1,180	-0,395
	91,995	-1,164	-0,412
	91,996	-1,181	-0,394
MITJANA 3	91,9895	-1,1725	-0,4030
TOTAL	91,9875	-1,1725	-0,4032



### Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b

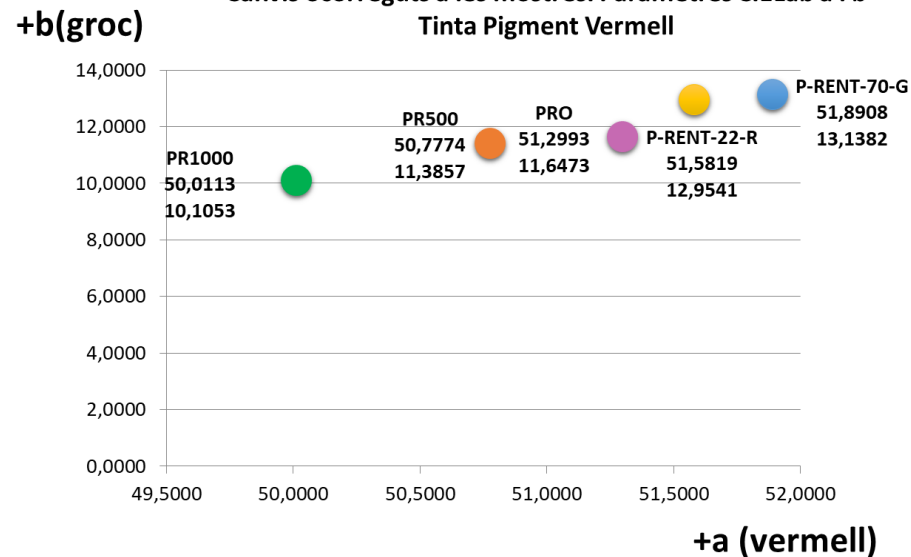
#### Tinta Pigment Verd



PGO PG500 PG1000 P-RENT-22-G P-RENT-70-G

### Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b

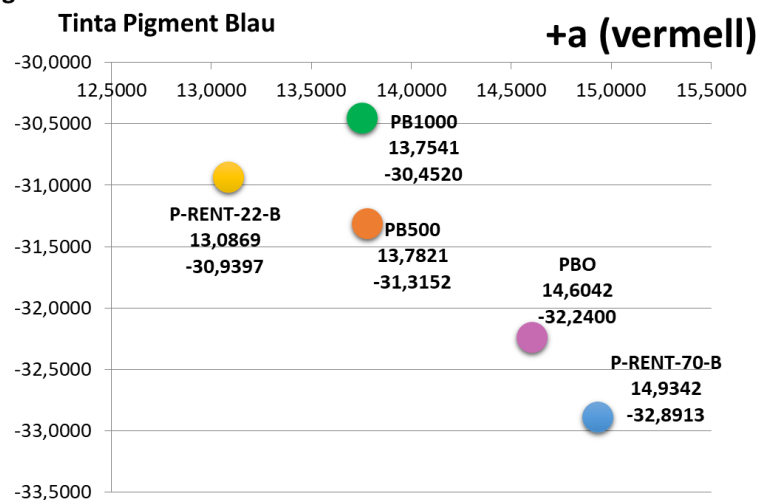
#### Tinta Pigment Vermell



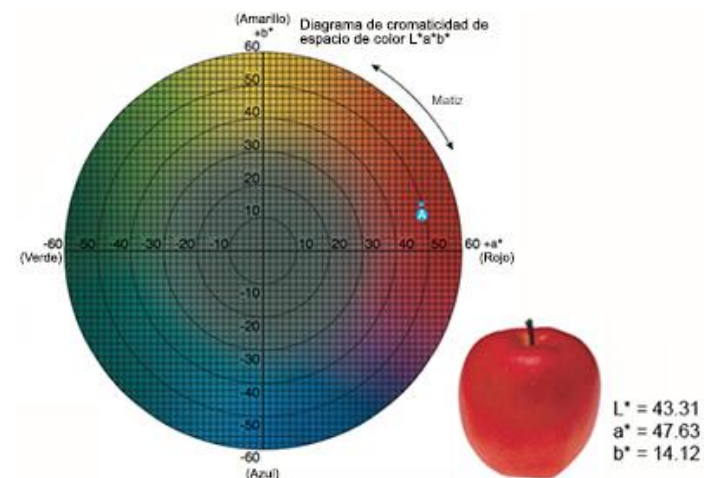
PRO PR500 PR1000 P-RENT-22-R P-RENT-70-G

### Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b

#### Tinta Pigment Blau



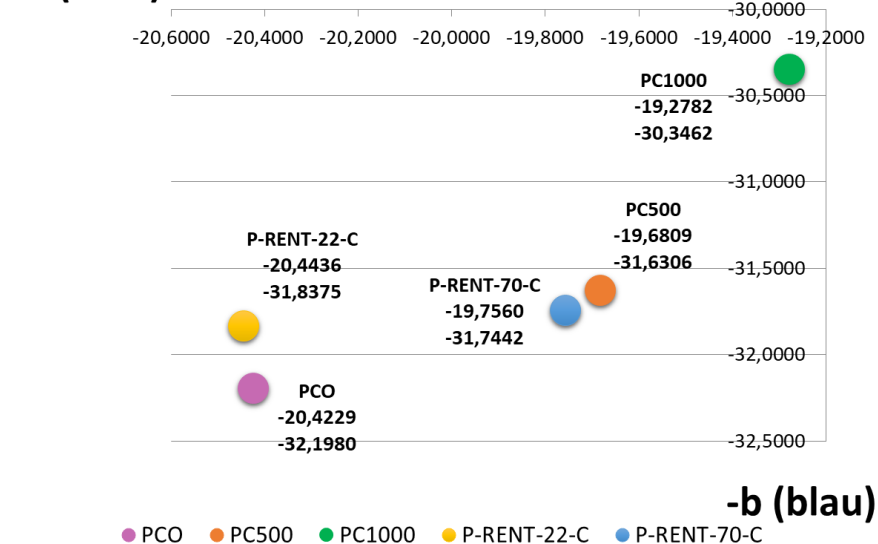
PBO PB500 PB1000 P-RENT-22-B P-RENT-70-B



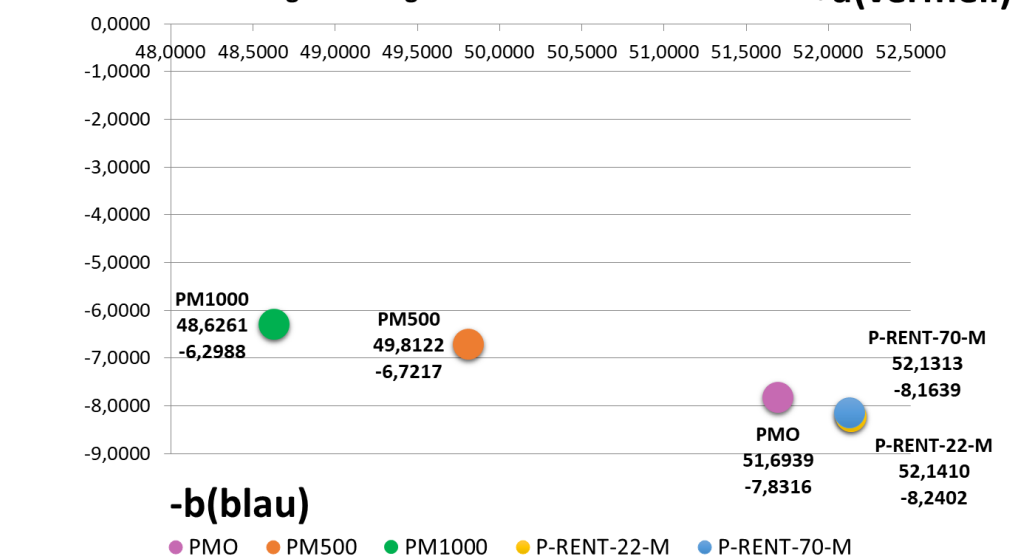
Ifont: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>



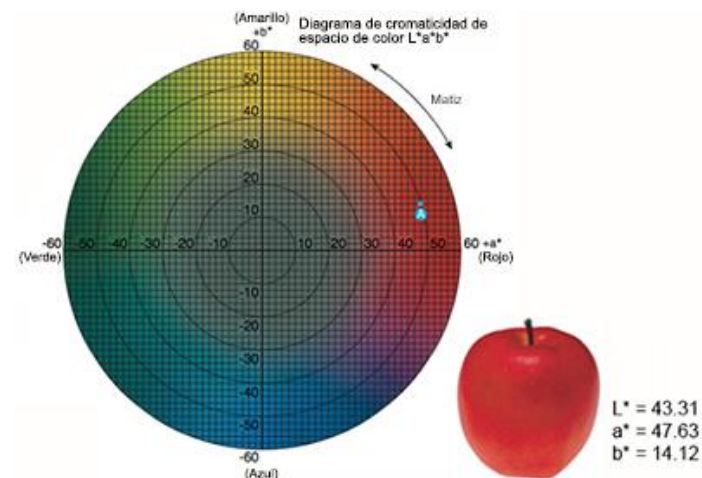
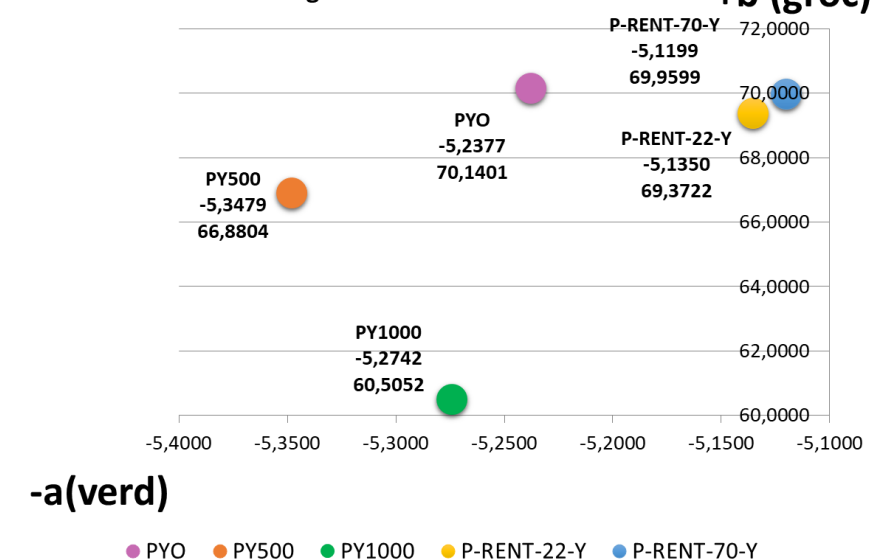
Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b  
Tinta Pigment Cian



Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b  
Tinta Pigment Magenta



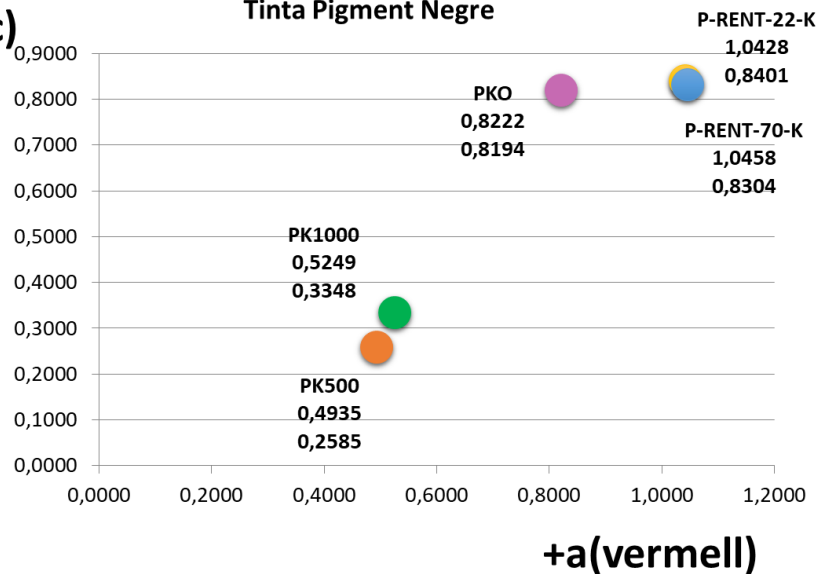
Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b  
Tinta Pigment Groc



Ifont: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>

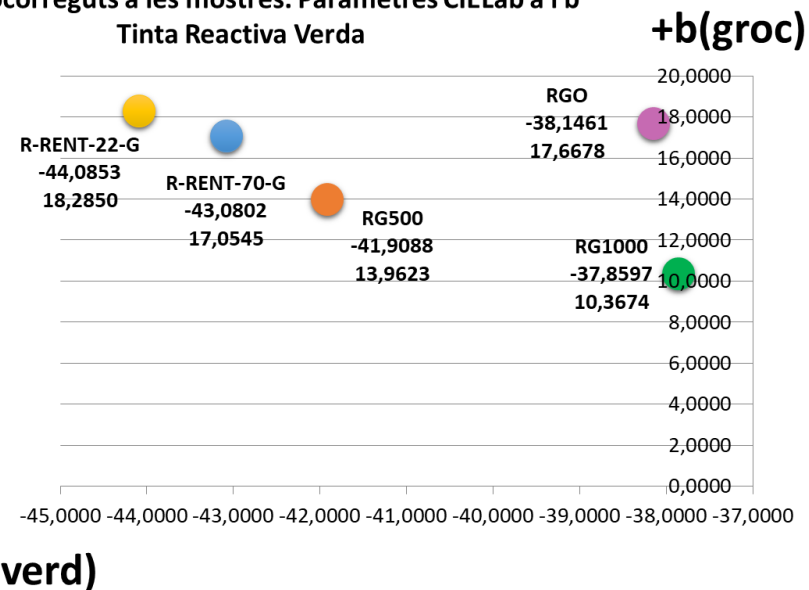
**+b (groc)**

Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b  
Tinta Pigment Negre



PKO PK500 PK1000 P-RENT-22-K P-RENT-70-K

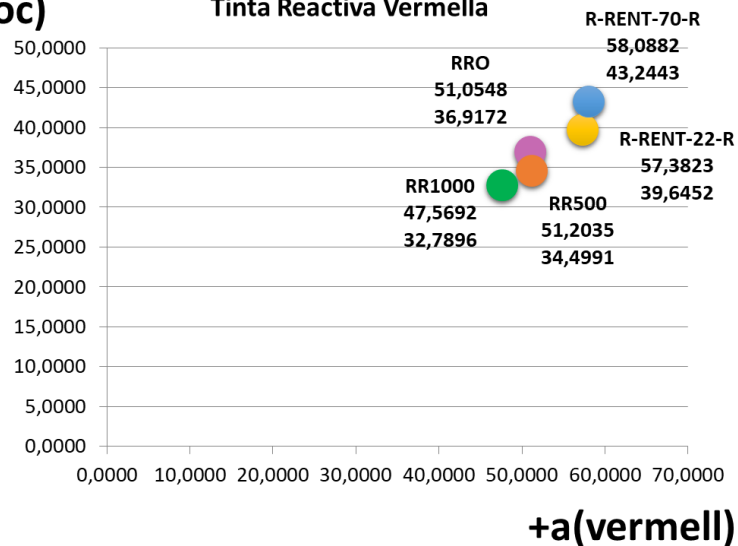
Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b  
Tinta Reactiva Verda



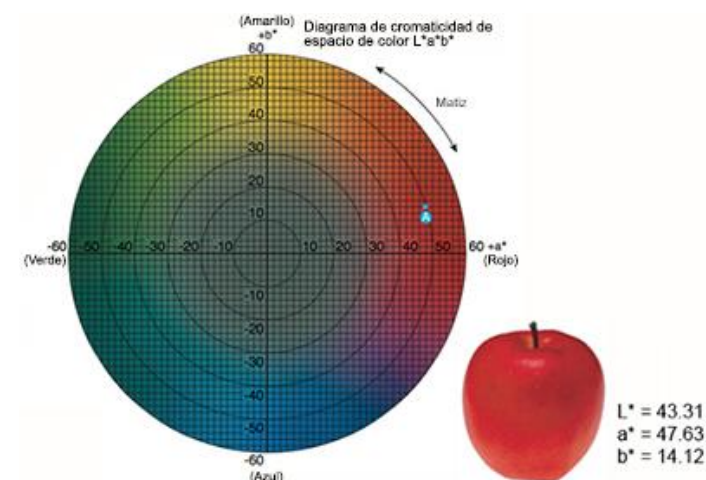
RGO RG500 RG1000 R-RENT-22-G R-RENT-70-G

**+b(groc)**

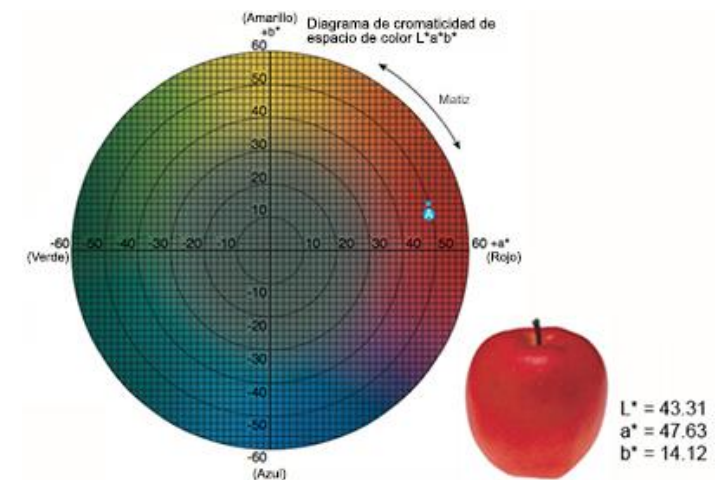
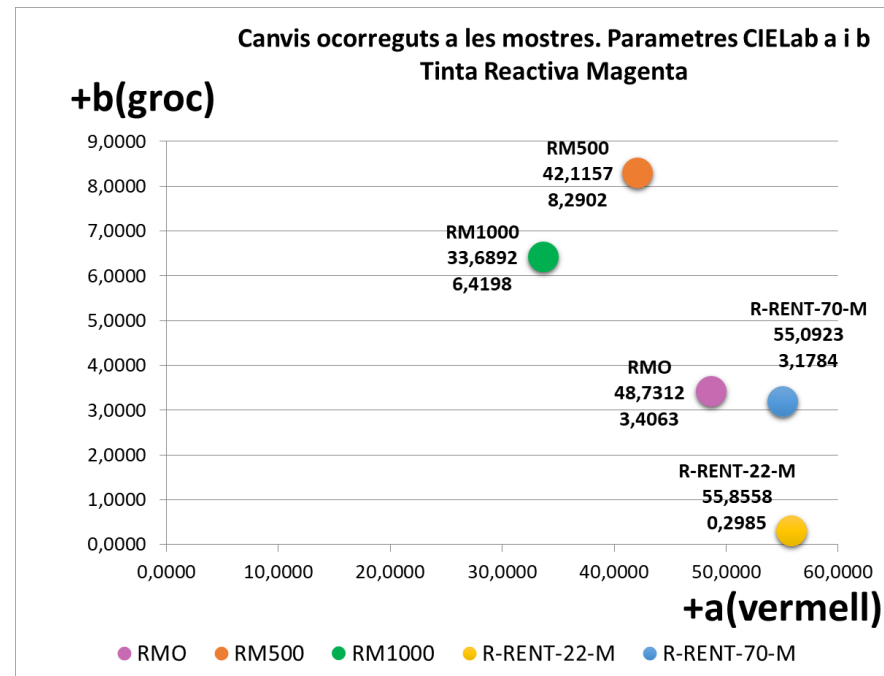
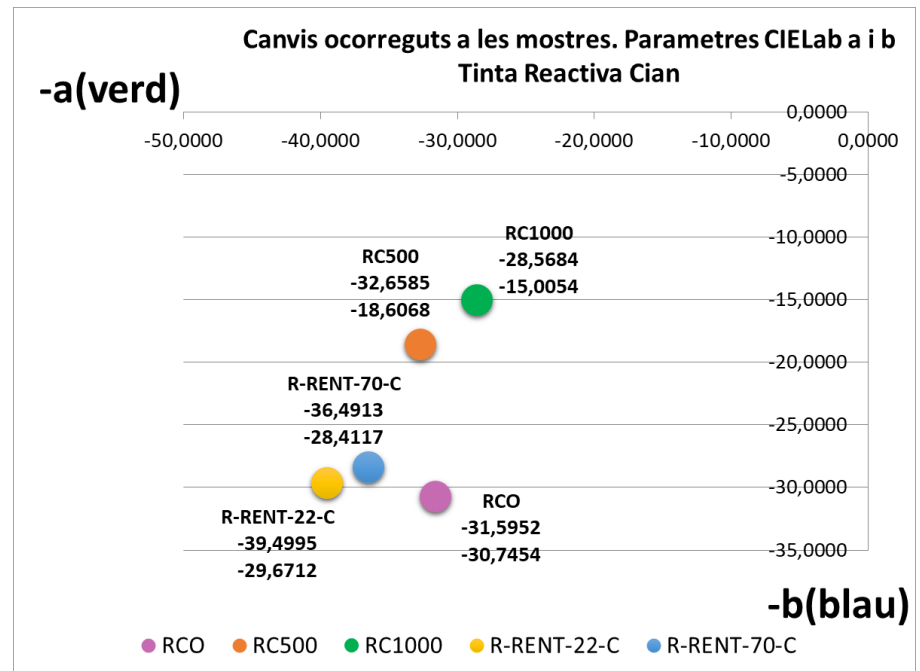
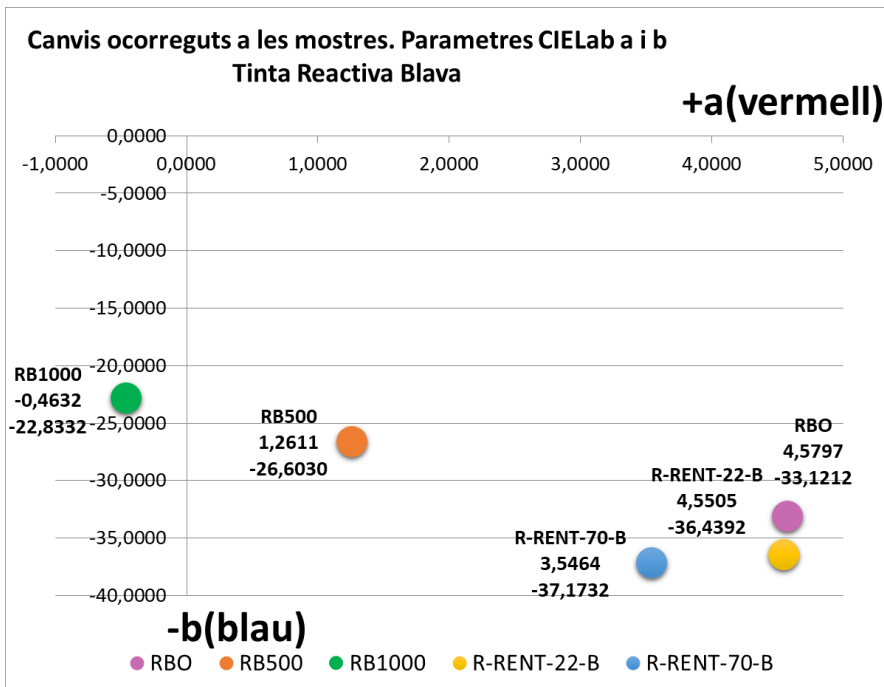
Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b  
Tinta Reactiva Vermella



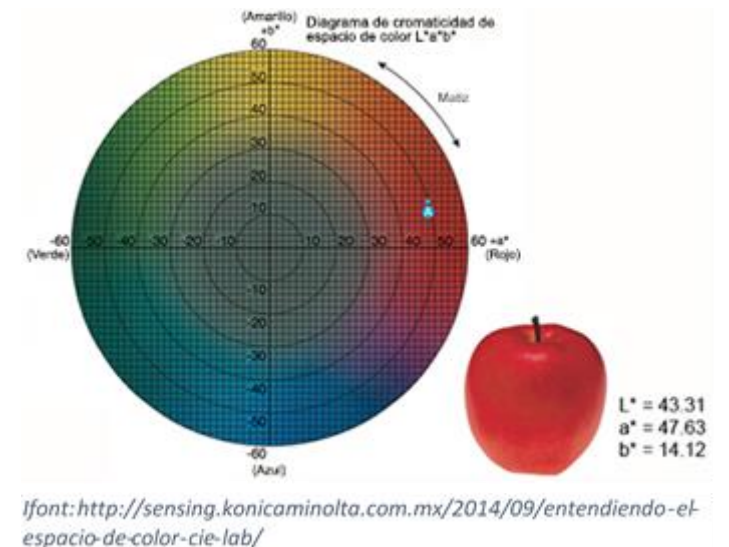
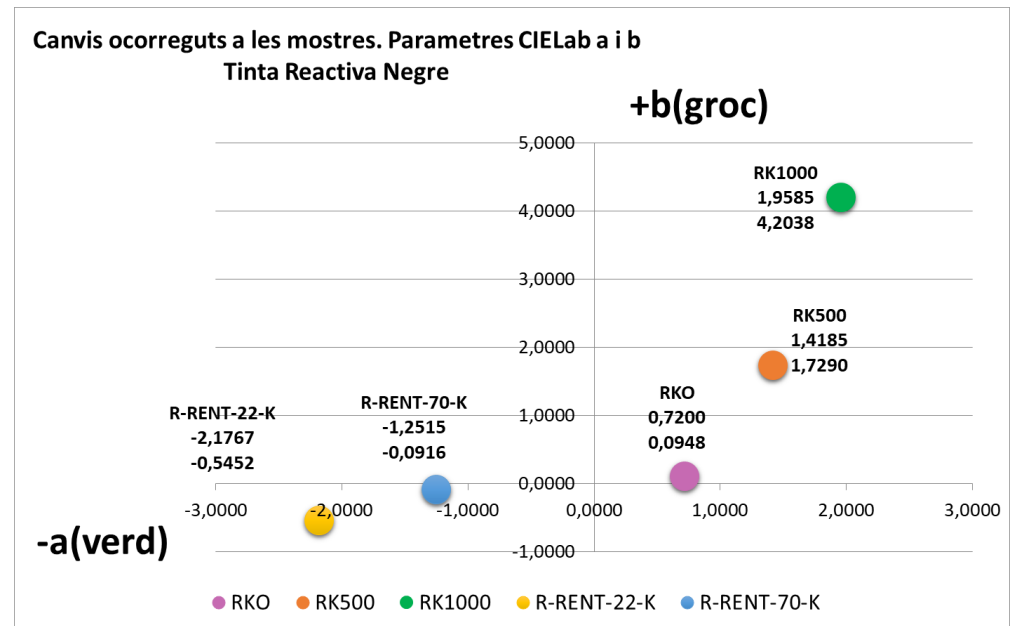
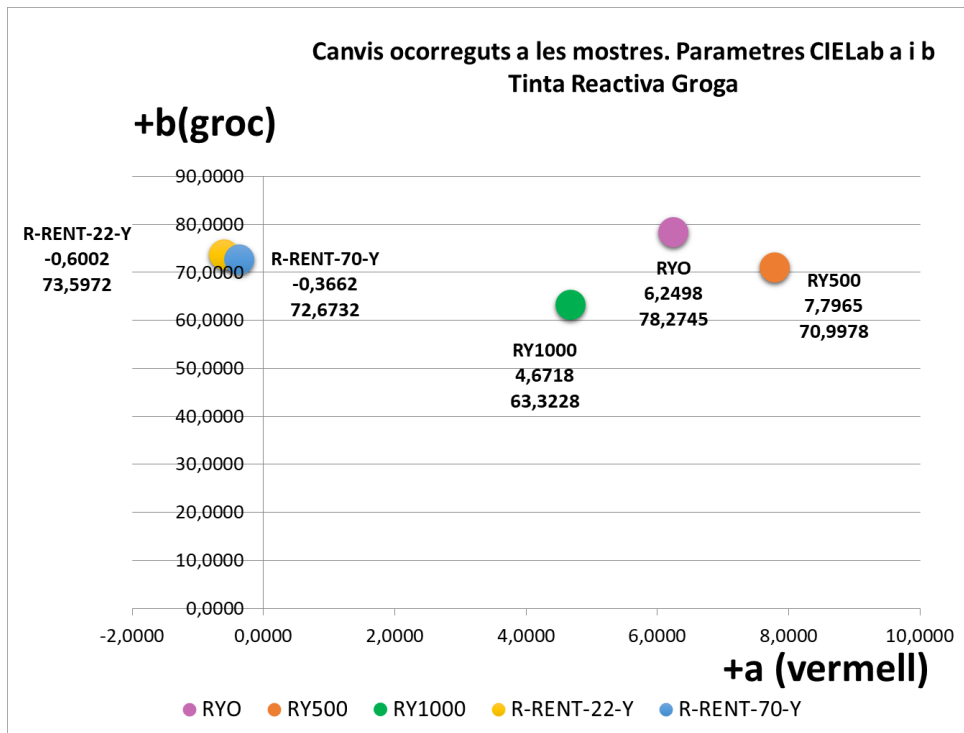
RRO RR500 RR1000 R-RENT-22-R R-RENT-70-R



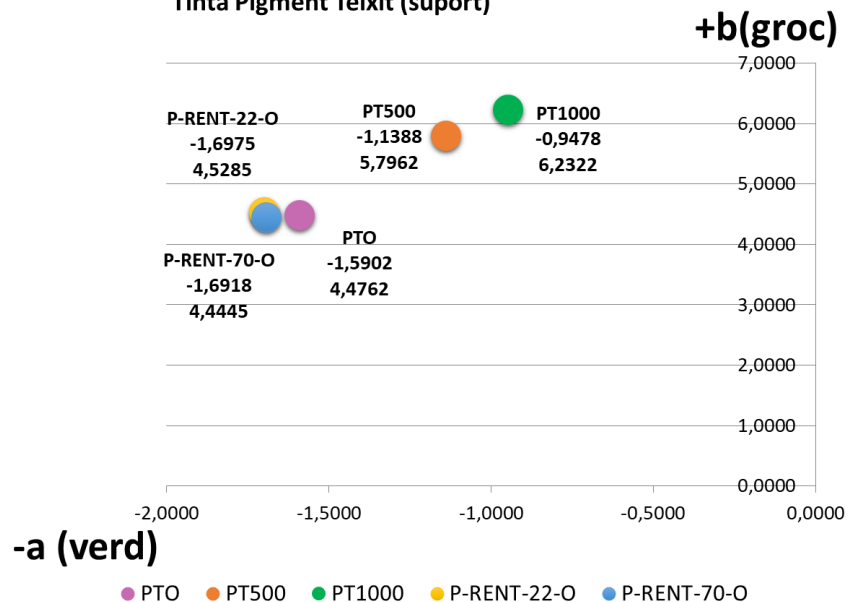
lfont: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>



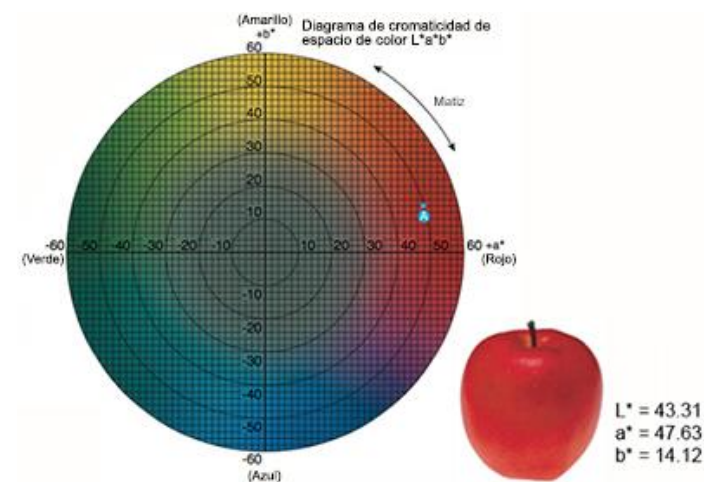
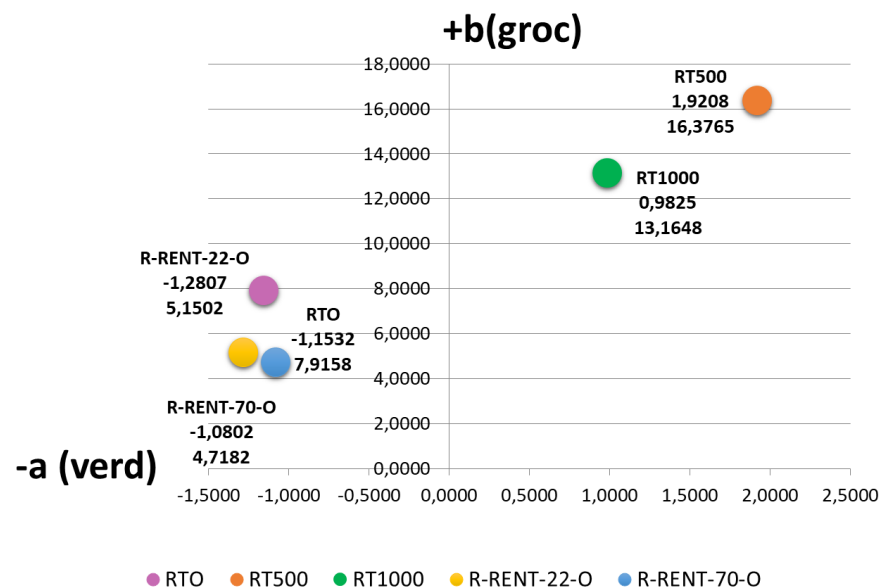
lfont: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>



Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b  
Tinta Pigment Teixit (suport)



Canvis ocorreguts a les mostres. Parametres CIELab a i b  
Tinta Reactiva Teixit (suport)



font: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>

# Mesura de pH

## Taula de resultats i gràfiques



## MESURA PH MOSTRES TFM ratí 1:50

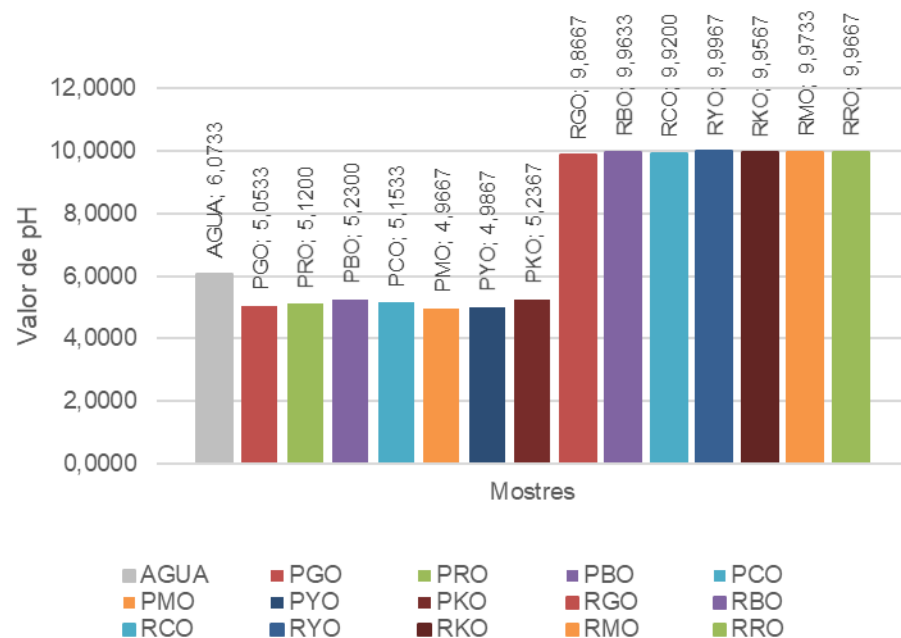
## DIFERENCIES

Nº	NOM MOSTRA	MESURA 1	MESURA 2	MESURA3	MITJANA ARITMÈTICA	DEVEST	TEMP °C		DIFERENCIES mitjanes	d mesura Max - d mesura Min	Comparació amb la mostra abans de ser exposada
0	AIGUA	6,09	6,07	6,06	6,0733	0,02	28,4		6,0733	0,03	
1	PGO	5,13	5,05	4,98	5,0533	0,08	27,6		5,0533	0,15	
8	PG500	5,24	5,20	5,18	5,2067	0,03	28,2		0,1533	0,06	0,0033
15	PG1000	5,13	5,09	5,06	5,0933	0,04	28,5		0,0400	0,07	-0,1100
53	P-RENT-22-G	5,52	5,39	5,23	5,3800	0,15	29,1		0,3267	0,29	0,1767
67	P-RENT-70-G	5,75	5,68	5,65	5,6933	0,05	29,1		0,6400	0,1	0,4900
2	PRO	5,13	5,12	5,11	5,1200	0,01	27,8		5,1200	0,02	
9	PR500	5,15	5,10	5,08	5,1100	0,04	28,0		-0,0100	0,07	-0,0300
16	PR1000	5,10	5,07	5,03	5,0667	0,04	28,4		-0,0533	0,07	-0,0733
54	P-RENT-22-R	5,39	5,30	5,25	5,3133	0,07	29,0		0,1933	0,14	0,1733
68	P-RENT-70-R	5,66	5,61	5,56	5,6100	0,05	28,3		0,4900	0,1	0,4700
3	PBO	5,26	5,24	5,19	5,2300	0,04	27,5		5,2300	0,07	
10	PB500	5,15	5,12	5,11	5,1267	0,02	28,2		-0,1033	0,04	-0,1733
17	PB1000	5,25	5,22	5,18	5,2167	0,04	28,4		-0,0133	0,07	-0,0833
55	P-RENT-22-B	5,19	5,17	5,09	5,1500	0,05	28,9		-0,0800	0,1	-0,1500
69	P-RENT-70-B	5,95	5,78	5,70	5,8100	0,13	28,7		0,5800	0,25	0,5100
4	PCO	5,19	5,16	5,11	5,1533	0,04	27,4		5,1533	0,08	
11	PC500	5,50	5,39	5,35	5,4133	0,08	28,6		0,2600	0,15	0,1800
18	PC1000	5,39	5,31	5,26	5,3200	0,07	28,6		0,1667	0,13	0,0867
57	P-RENT-22-C	5,18	5,17	5,11	5,1533	0,04	29,1		0,0000	0,07	-0,0800
71	P-RENT-70-C	5,64	5,56	5,45	5,5500	0,10	28,7		0,3967	0,19	0,3167
5	PMO	5,01	4,96	4,93	4,9667	0,04	28,0		4,9667	0,08	
12	PM500	5,10	5,10	5,08	5,0933	0,01	28,4		0,1267	0,02	0,0467
19	PM1000	5,21	5,16	5,14	5,1700	0,04	28,3		0,2033	0,07	0,1233
56	P-RENT-22-M	5,18	5,17	5,09	5,1467	0,05	29,2		0,1800	0,09	0,1000
70	P-RENT-70-M	5,63	5,56	5,52	5,5700	0,06	28,5		0,6033	0,11	0,5233
6	PYO	5,00	4,99	4,97	4,9867	0,02	28,0		4,9867	0,03	
13	PY500	5,21	5,17	5,13	5,1700	0,04	28,7		0,1833	0,08	0,1533

20	PY1000	5,02	5,02	4,97	5,0033	0,03	28,4		0,0167	0,05	-0,0133
Nº	NOM MOSTRA	MESURA 1	MESURA 2	MESURA3	MITJANA ARITMÈTICA	DEVEST	TEMP °C		DIFERENCIES mitjanes	d mesura Max - d mesura Min	Comparació amb la mostra abans de ser exposada
58	P-RENT-22-Y	5,30	5,22	5,14	5,2200	0,08	28,9		0,2333	0,16	0,2033
72	P-RENT-70-Y	5,66	5,50	5,48	5,5467	0,10	29,0		0,5600	0,18	0,5300
7	PKO	5,29	5,22	5,20	5,2367	0,05	28,4		5,2367	0,09	
14	PK500	5,47	5,46	5,33	5,4200	0,08	28,6		0,1833	0,14	0,0933
21	PK1000	5,33	5,30	5,23	5,2867	0,05	28,2		0,0500	0,1	-0,0400
59	P-RENT-22-K	5,26	5,23	5,18	5,2233	0,04	28,7		-0,0133	0,08	-0,1033
73	P-RENT-70-K	5,61	5,57	5,55	5,5767	0,03	29,2		0,3400	0,06	0,2500
22	RGO	9,93	9,92	9,75	9,8667	0,10	28,4		9,8667	0,18	
29	RG500	9,91	9,89	9,88	9,8933	0,02	28,5		0,0267	0,03	-0,1533
36	RG1000	9,91	9,91	9,89	9,9033	0,01	28,7		0,0367	0,02	-0,1433
60	R-RENT-22-G	8,12	8,12	8,02	8,0867	0,06	28,8		-1,7800	0,1	-1,9600
74	R-RENT-70-G	7,38	7,28	7,09	7,2500	0,15	29,1		-2,6167	0,29	-2,7967
23	RRO	9,97	9,97	9,96	9,9667	0,01	28,4		9,9667	0,01	
30	RR500	9,93	9,91	9,89	9,9100	0,02	28,8		-0,0567	0,04	-0,0667
37	RR1000	9,92	9,92	9,90	9,9133	0,01	29,1		-0,0533	0,02	-0,0633
62	R-RENT-22-R	8,22	8,10	7,98	8,1000	0,12	28,7		-1,8667	0,24	-1,8767
75	R-RENT-70-R	7,50	7,40	7,39	7,4300	0,06	28,6		-2,5367	0,11	-2,5467
24	RBO	9,99	9,97	9,93	9,9633	0,03	28,7		9,9633	0,06	
31	RB500	9,94	9,94	9,93	9,9367	0,01	28,7		-0,0267	0,01	-0,0867
38	RB1000	9,87	9,83	9,82	9,8400	0,03	29,1		-0,1233	0,05	-0,1833
61	R-RENT-22-B	8,15	8,12	8,09	8,1200	0,03	28,5		-1,8433	0,06	-1,9033
76	R-RENT-70-B	7,71	7,70	7,62	7,6767	0,05	29,0		-2,2867	0,09	-2,3467
25	RCO	9,94	9,91	9,91	9,9200	0,02	28,3		9,9200	0,03	
32	RC500	9,93	9,92	9,92	9,9233	0,01	28,1		0,0033	0,01	-0,0267
39	RC1000	9,92	9,91	9,91	9,9133	0,01	28,9		-0,0067	0,01	-0,0367
63	R-RENT-22-C	8,34	8,30	8,25	8,2967	0,05	29,0		-1,6233	0,09	-1,6533
78	R-RENT-70-C	7,30	7,22	7,18	7,2333	0,06	28,8		-2,6867	0,12	-2,7167
26	RMO	9,98	9,97	9,97	9,9733	0,01	28,1		9,9733	0,01	
33	RM500	9,92	9,91	9,90	9,9100	0,01	28,6		-0,0633	0,02	-0,0733

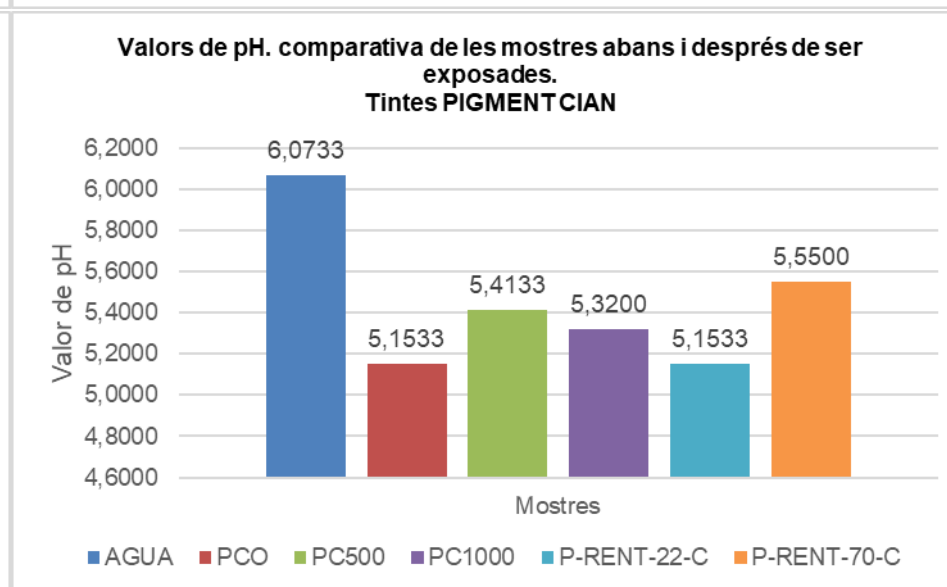
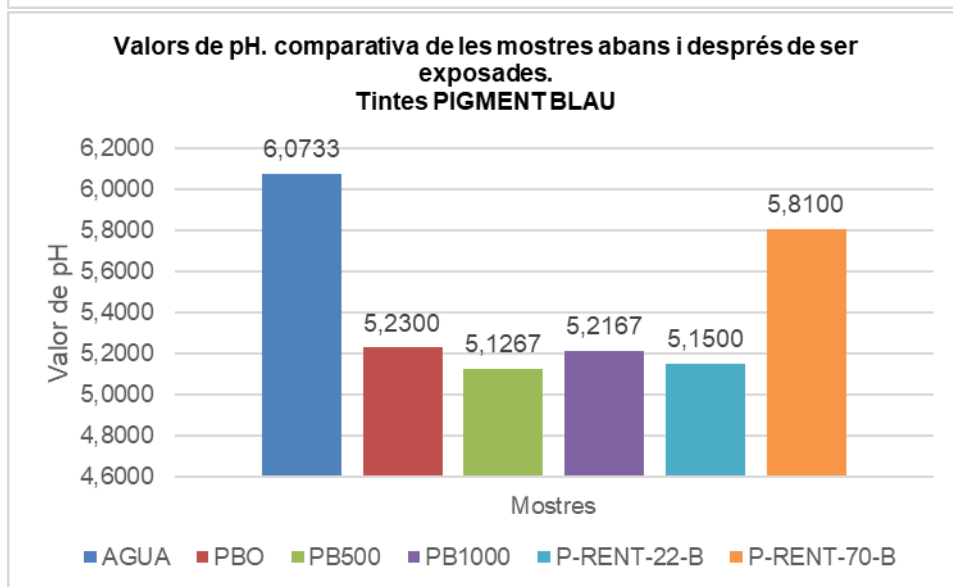
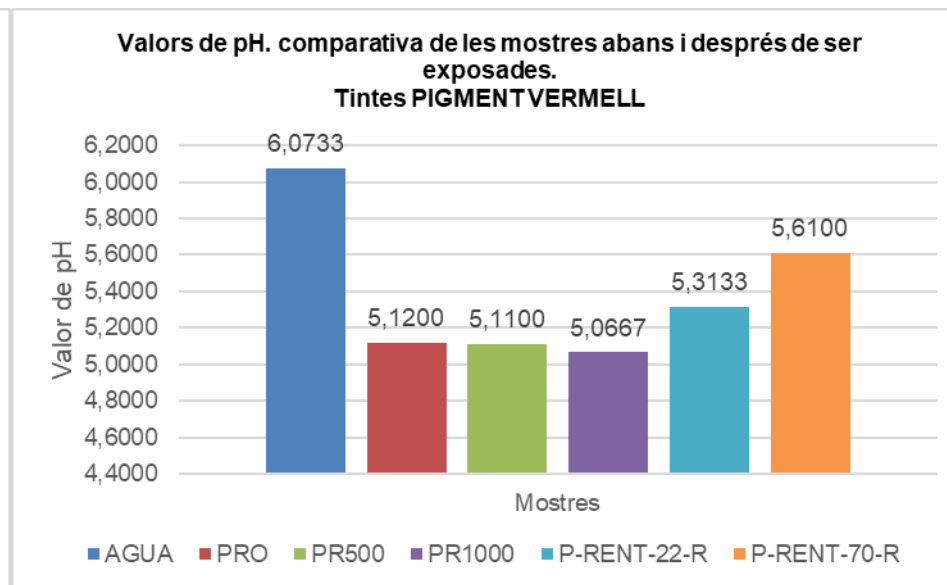
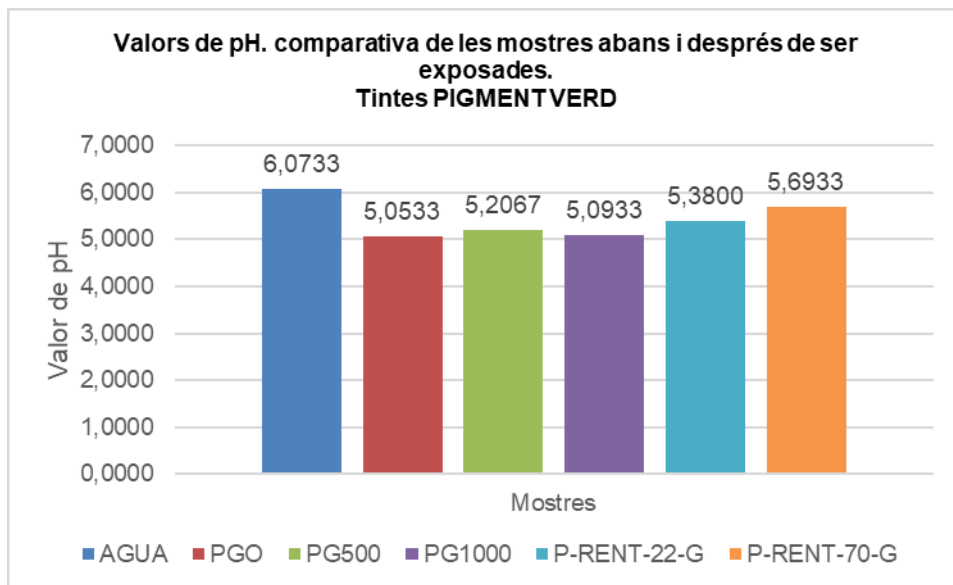
40	RM1000	9,90	9,88	9,88	9,8867	0,01	28,5		-0,0867	0,02	-0,0967
64	R-RENT-22-M	8,19	8,11	8,05	8,1167	0,07	28,7		-1,8567	0,14	-1,8667
Nº	NOM MOSTRA	MESURA 1	MESURA 2	MESURA3	MITJANA ARITMÈTICA	DEVEST	TEMP °C		DIFERENCIES mitjanes	d mesura Max - d mesura Min	Comparació amb la mostra abans de ser exposada
77	R-RENT-70-M	7,59	7,50	7,47	7,5200	0,06	28,9		-2,4533	0,12	-2,4633
27	RYO	10,00	10,00	9,99	9,9967	0,01	28,3		9,9967	0,01	
34	RY500	9,94	9,92	9,90	9,9200	0,02	28,6		-0,0767	0,04	-0,0867
41	RY1000	9,88	9,87	9,86	9,8700	0,01	28,9		-0,1267	0,02	-0,1367
65	R-RENT-22-Y	8,12	8,03	8,00	8,0500	0,06	28,6		-1,9467	0,12	-1,9567
79	R-RENT-70-Y	7,58	7,47	7,45	7,5000	0,07	29,0		-2,4967	0,13	-2,5067
28	RKO	9,97	9,95	9,95	9,9567	0,01	28,3		9,9567	0,02	
35	RK500	9,93	9,92	9,89	9,9133	0,02	28,5		-0,0433	0,04	-0,0633
42	RK1000	9,93	9,93	9,91	9,9233	0,01	28,6		-0,0333	0,02	-0,0533
66	R-RENT-22-K	8,18	8,11	8,04	8,1100	0,07	28,7		-1,8467	0,14	-1,8667
80	R-RENT-70-K	7,43	7,34	7,33	7,3667	0,06	29,0		-2,5900	0,1	-2,6100
43	PTO	5,65	5,41	5,31	5,4567	0,17	28,5		5,4567	0,34	
44	PT500	5,27	5,24	5,18	5,2300	0,05	28,7		-0,2267	0,09	-0,5667
45	PT1000	5,24	5,15	5,02	5,1367	0,11	28,8		-0,3200	0,22	-0,6600
49	P-RENT-22-O	5,31	5,30	5,27	5,2933	0,02	29,0		-0,1633	0,04	-0,5033
51	P-RENT-70-O	5,91	5,77	5,69	5,7900	0,11	28,9		0,3333	0,22	-0,0067
46	RTO	9,93	9,89	9,80	9,8733	0,07	28,9		9,8733	0,13	
47	RT500	9,92	9,91	9,91	9,9133	0,01	28,3		0,0400	0,01	-0,0900
48	RT1000	9,90	9,89	9,87	9,8867	0,02	28,5		0,0133	0,03	-0,1167
50	R-RENT-22-O	8,66	8,62	8,49	8,5900	0,09	29,0		-1,2833	0,17	-1,4133
52	R-RENT-70-O	8,17	8,13	8,08	8,1267	0,05	29,0		-1,7467	0,09	-1,8767
					MITJANA ARITMÈTICA TEMPERATURA		28,6				

**Valors de pH. COMPARATIVA TINTES PIGMENT VS TINTES REACTIVES (arribades del fabricant)**



**Valors de pH. COMPARATIVA SUBSTRATS TINTES PIGMENT VS TINTES REACTIVES (arribats del fabricant)**

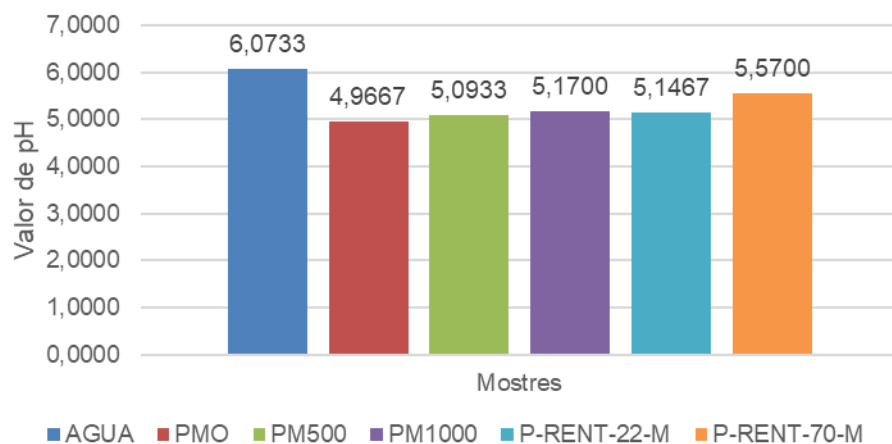




**Comparativa TINTES PIGMENT. Comparativa de mostres abans i després de ser exposades.**

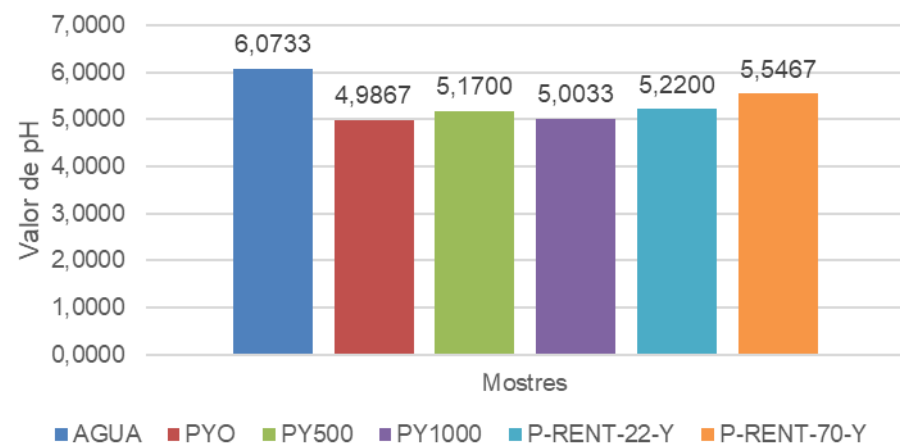
**Valors de pH. comparativa de les mostres abans i després de ser exposades.**

**Tintes PIGMENT MAGENTA**



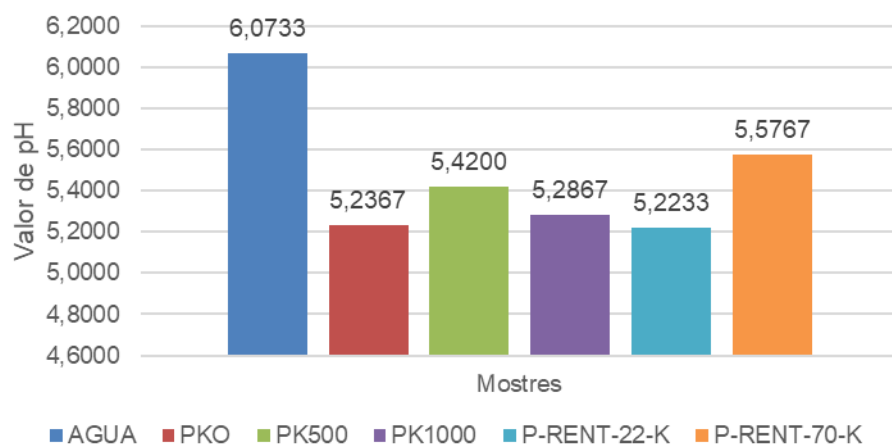
**Valors de pH. comparativa de les mostres abans i després de ser exposades.**

**Tintes PIGMENT GROC**



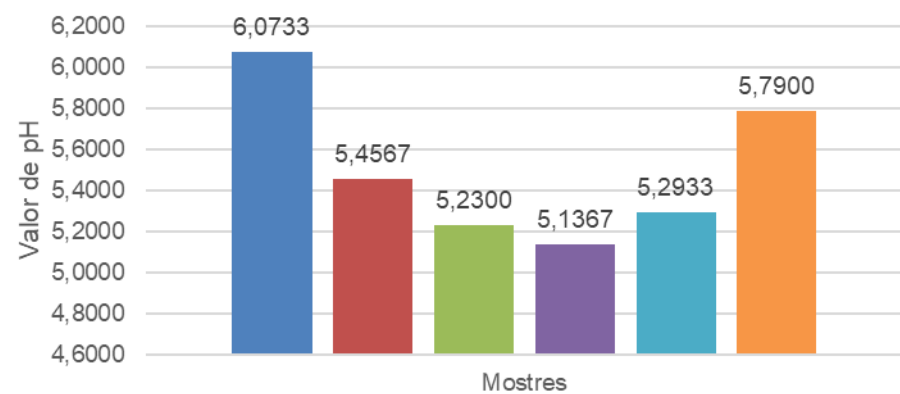
**Valors de pH. comparativa de les mostres abans i després de ser exposades.**

**Tintes PIGMENT NEGRE**



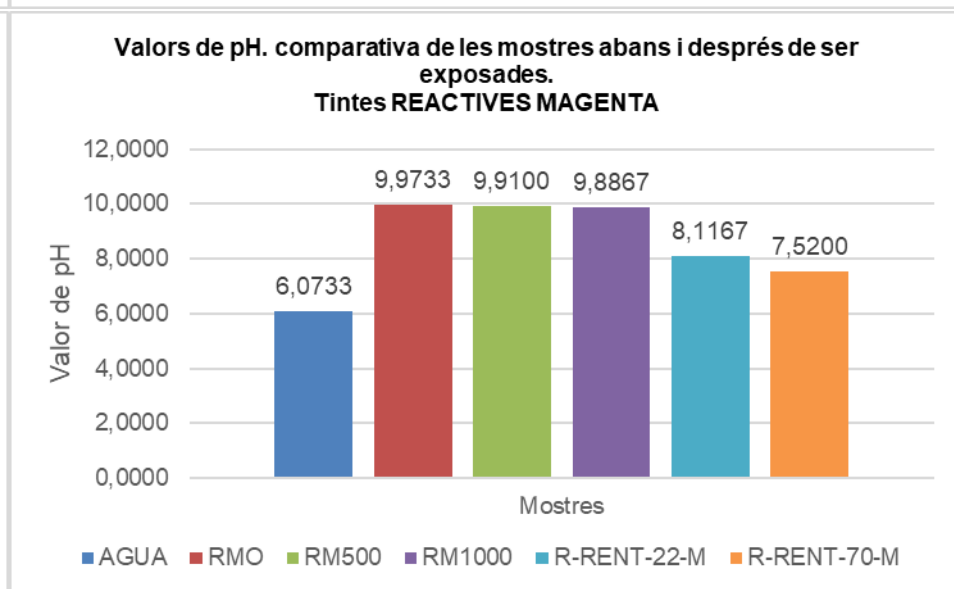
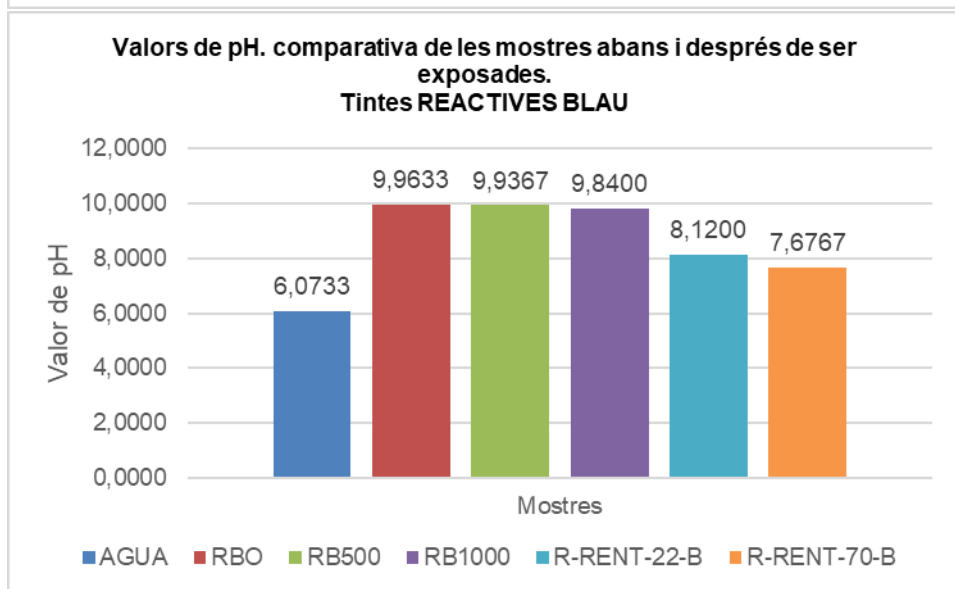
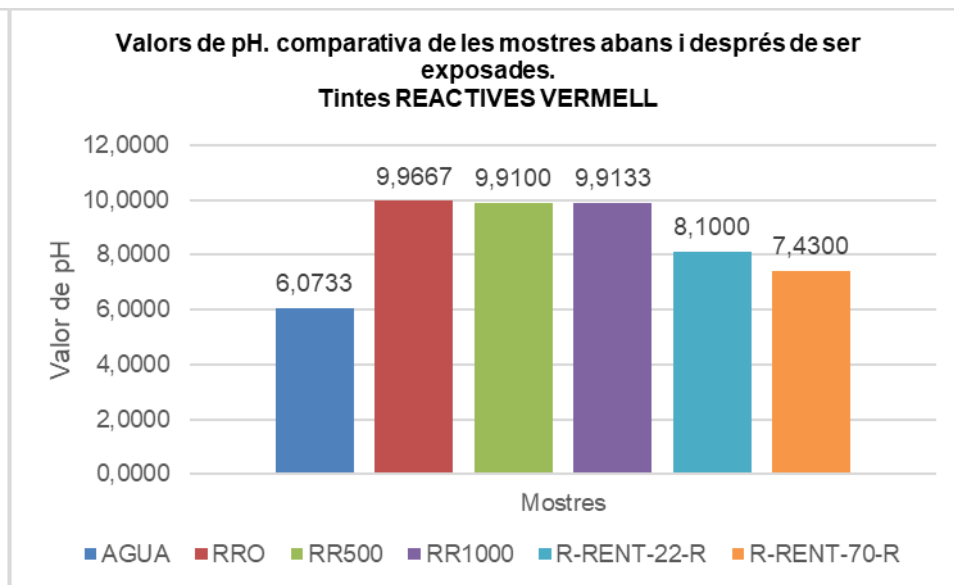
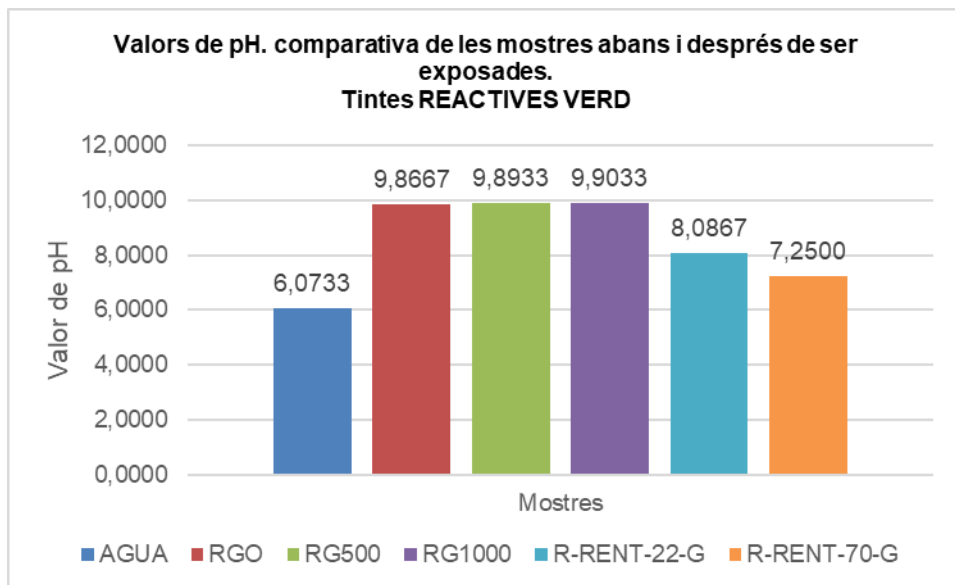
**Valors de pH. comparativa de les mostres abans i després de ser exposades.**

**TEIXIT (SUBSTRAT) TINTES PIGMENT**

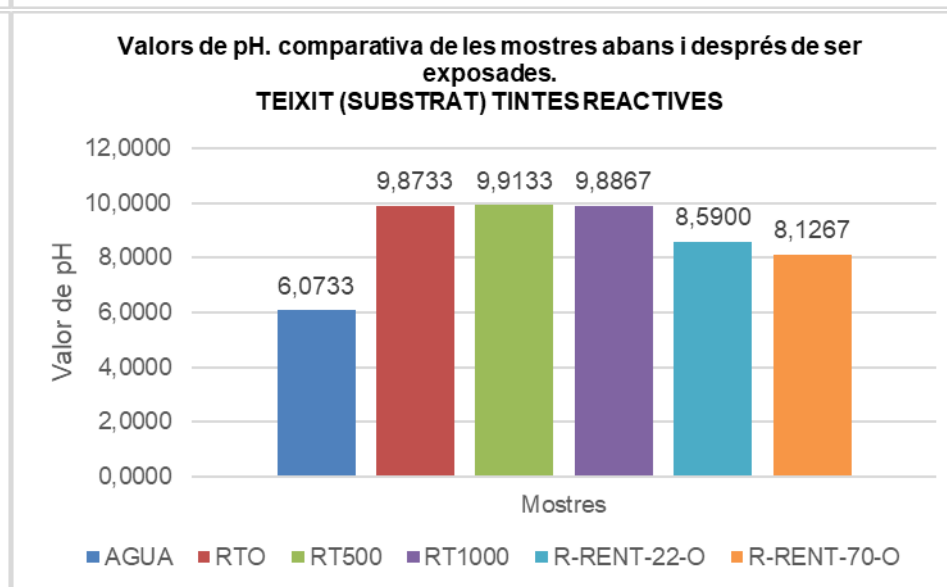
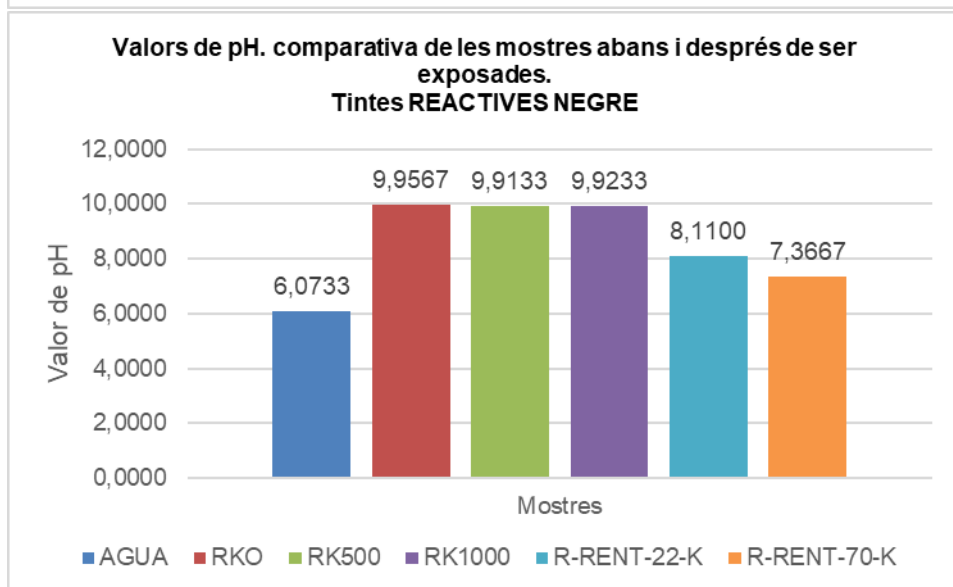
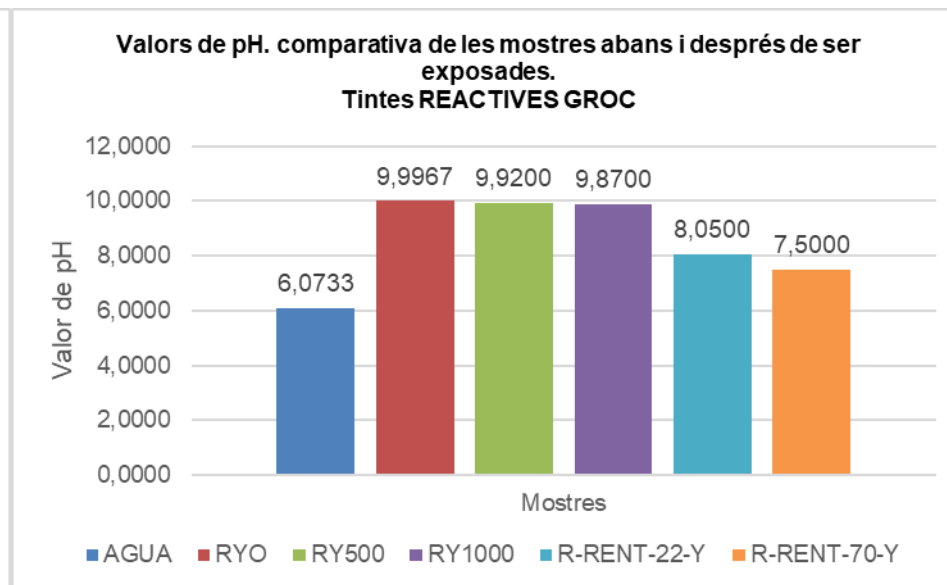
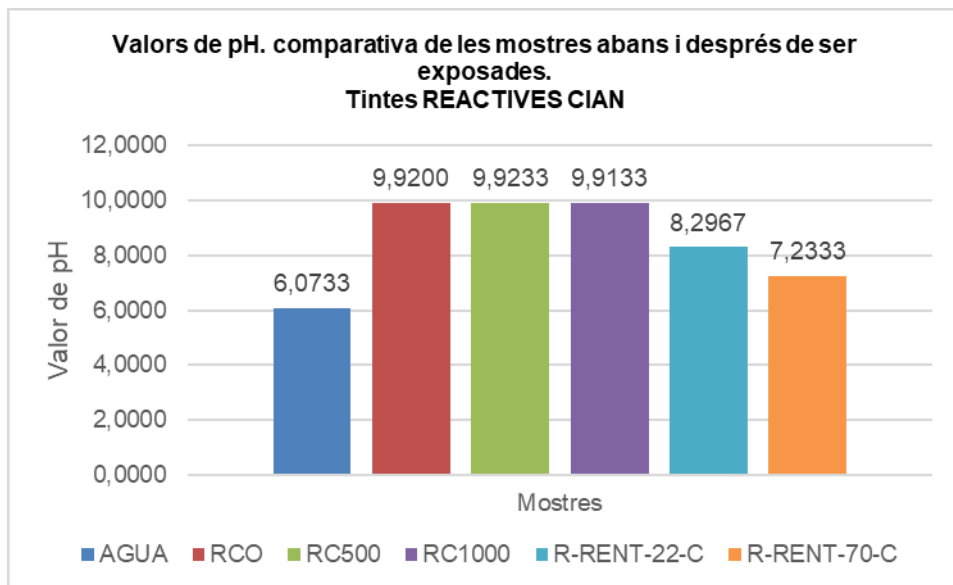


**Comparativa TINTES PIGMENT. Comparativa de mostres abans i després de ser exposades.**





**Comparativa TINTES REACTIVES. Comparativa de mostres abans i després de ser exposades.**



**Comparativa TINTES REACTIVES. Comparativa de mostres abans i després de ser exposades.**